

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže - 346

**Zavedení nové technologie dělení hliníkových
profilů**

**Introduction of the New Technology of Aluminum
Profiles Division**

Student: Bc. Ladislav Krejčí

Vedoucí diplomové práce: Ing. Lenka Petřkovská, Ph.D.

Ostrava 2011

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Ladislav Krejčí**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie
Téma: **Zavedení nové technologie dělení hliníkových profilů**
Introduction of the New Technology of Aluminum Profiles Division

Zásady pro vypracování:

1. Obecná charakteristika problematiky.
2. Obrábění kotoučovými pilami.
3. Návrh změny technologie dělení.
4. Diskuze výsledků experimentálních prací.
5. Technicko-ekonomické zhodnocení.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; SADÍLEK, M.; PETŘKOVSKÁ, L.; NOVÁKOVÁ, J. *Nové směry v progresivním obrábění*. Ostrava : Ediční středisko VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2007. Dostupné na <http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FS/NSPO>. ISBN 978-80-248-1505-3.
- [2] VASILKO, K.; HAVRILA, M.; MARCINCIN-NOVÁK, J.; MÁDL, J.; ZAJAC, J. *Top trendy v obrábění, III. část – Technologie obrábění*. Žilina : Media/ST, s.r.o. Žilina, 2006. 214 s. ISBN 80-968954-2-7.
- [3] STEPHENSON, D. A.; AGAPIOU, J. S. *Metal cutting theory and practice*. New York : Marcel Dekker, Inc., 1997. ISBN 0-8247-9579-2.
- [4] VASILKO, K. *Analytická teória trieskového obrábania*. Prešov : COFIN Prešov, 2007. 338 s. ISBN 978-80-8073-759-7.

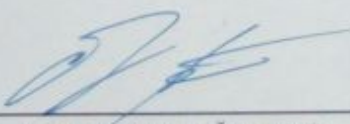
Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

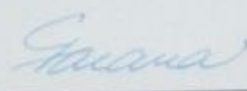
Vedoucí diplomové práce: **Ing. Lenka Petřkovská, Ph.D.**

Datum zadání: 17.12.2010

Datum odevzdání: 23.05.2011




doc. Ing. Robert Čep, Ph.D.
vedoucí katedry


prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

20.5.2011

Bc. Ladislav Krejčí

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB – TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 20.5.2011



ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Krejčí, L. *Zavedení nové technologie dělení hliníkových profilů: diplomová práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra obrábění a montáže – 346, 2011, 60 s. Vedoucí práce Petřkovská, L.

Diplomová práce se zabývá problematikou dělení hliníkového materiálu pomocí kotoučové pily. Následuje charakteristika stroje užíteho pro technologii dělení hliníkového materiálu, zpracování pracnosti a uvedení následných operací před použitím polotovaru pro obráběcí stroj.

Na základě pracnosti tvorby polotovaru pro obráběcí stroj je v této práci navržen nový způsob technologie dělení materiálu pomocí stejného stroje za použití nového řezného nástroje a vytvořením nových řezných podmínek. Prostor je ponechán rovněž technologickému a ekonomickému vyhodnocení obou variant řešení.

ANNOTATION OF THESIS

Krejčí, L. *Introduction of the New Technology of Aluminum Profiles Division*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Working and Assembly – 346, 2011, 60 p. Thesis, head: Petřkovská, L.

This diploma thesis deals with questions of aluminium material division through the use of circular saw. Next chapters show the characteristics of machine used for aluminium material division technology, work difficulty processing and initiation sequential operations before using a semiproduct for the machine tool.

Based on the work difficulty of making semiproduct for machine tool this thesis proposes new way of material division technology through the use of the same machine tool with using new incisal tool and with creating new incisal conditions. Space is also given to technological and economical evaluation of both solutions.

Obsah

Seznam použitých zkratk	1
Úvod	2
1 Historie společnosti Klein & Blažek, s.r.o.	3
1.1 Současný stav společnosti	4
2 Dělení materiálu – řezání (výběr technologií)	6
2.1 Dělení materiálu na kotoučových pilách	6
2.2 Dělení materiálu na pásových pilách	7
2.3 Řezání plazmou	11
2.4 Řezání vodním paprskem	12
2.5 Řezání laserem	16
2.6 Vybrané druhy pevnolátkových laserů	18
2.7 Kapalinové lasery	19
2.8 Plynové lasery	19
2.9 Použití laserů	20
3 Popis problému řezání na kotoučové pile PROFILMA 200 E	22
3.1 Dělený materiál	23
3.2 Popis a nastavení kotoučové pily PROFILMA 200 E	24
3.3 Nastavení stroje	27
3.4 Technologický postup řezání polotovaru z profilu 8557 na kotoučové pile PROFILMA 200 E	30
3.5 Popis operace	30
3.6 Měření dílů	31
4 Řešení vzniklého problému na stroji PROFILMA 200 E	32
4.1 Změna procesní kapaliny	33
4.2 Zkouška řezání po změně procesní kapaliny	36
4.3 Nový technologický postup řezání polotovaru z profilu 8557 na kotoučové pile PROFILMA 200 E	37
4.4 Popis operace	37
5 Změna rezného nástroje	39
5.1 Řezání	41
5.2 Nový technologický postup řezání polotovaru z profilu 8557 na kotoučové pile	

PROFILMA 200 E.....	42
5.3 Popis operace.....	42
6 Technicko-ekonomické zhodnocení.....	43
6.1 Podrobný rozbor nákladů na jeden kus pro uvedené technologie řezání.....	43
6.2 Původní náklady na řezání na stroji PROFILMA 200 E.....	43
6.3 Náklady na řezání po změně procesní kapaliny.....	44
6.4 Náklady na řezání po změně procesní kapaliny a řezného nástroje.....	44
7 Závěr	46
Seznam použité literatury.....	48
Seznam příloh.....	49

Seznam použitých zkratk

cca	cirka
CNC	Computer Numerical Control (Číslicové řízení pomocí počítače)
NC	Numeric Control (Numerické řízení stroje pomocí programovatelných automatů)
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung (typ právnické osoby – přibližně odpovídá české společnosti s ručením omezeným)

Úvod

Předmětem této diplomové práce je optimalizace technologie řezání hliníkových profilů za použití stejného zařízení. Bude zde také uvedeno několik technologií, na kterých je možno provádět operaci řezání s popisem funkčnosti těchto strojů a zařízení včetně výhod a nevýhod použití v praxi.

Dále půjde o optimalizaci stávající operace řezání, která spočívá ve změně řezného nástroje při vytvoření nových řezných podmínek, kde půjde o zhodnocení nového procesu dělení materiálu.

Technologie pro dělení materiálu z hliníkové slitiny je realizována na stroji od německého výrobce firmy PRESSTA EISELE, G.m.b.H.. Tato firma převážně vyrábí kotoučové pily typu PROFILMA pro dělení materiálu z hliníkových slitin, které jsou použity pro různé stavebnicové profily a rámy oken. Řada produktů této společnosti je široká, kde nejvýhodnější produkt z této řady pro dané podmínky je stroj PROFILMA 200E.

Z důvodu velmi častého výskytu havárií na tomto zařízení došlo k výraznému snížení produktivity. Havárie byly způsobeny převážně po zachycení hliníkového materiálu na řezném kotouči, kde se snížila možnost snadného odvodu třísky z řezu a docházelo k přetížení stroje až po zaseknutí kotouče v řezu. Proto bylo nutné přistoupit ke snížení času řezu a ke zvýšení potřebného množství mazacího média.

Vzhledem k přetížení kapacity na tomto stroji bylo nutné najít nové řešení tohoto problému, které povede ke zvýšení produktivity a zároveň ke snížení nákladů na řezný olej. Půjde tedy o možnost snížení nákladů na řezný olej pomocí snížení množství mazacího média za použití nového řezného oleje s lepšími vlastnostmi.

K výraznější změně produktivity stroje bude zvolen i nový řezný nástroj, který by měl svou konstrukcí a skladbou zubů umožnit lepší odvod třísky z řezu a tím snížit teplotu vznikající ve styku nástroje s obrobkem. Snížením této teploty by mělo dojít ke snížení výskytu uchycení materiálu na řezném nástroji a tím k odstranění výskytu havárií.

1 Historie společnosti Klein & Blažek, s.r.o.

Historie společnosti sahá až do roku 1958, kdy se zde začali pomoci 14 pracovníků vyrábět domovní zvonky, dětské hračky a lisování bakelitu.

V roce 1968 byla ve spolupráci s MNV Štíty zahájena jednání týkající se odkoupení pozemků atletického a fotbalového stadionu. Na tomto pozemku začala výstavba nových výrobních hal pro již kapacitně nevyhovující provozovnu na náměstí.

Výstavba závodu byla ukončena v roce 1970. Do nových prostor byla převedena první část výroby pro automobilové závody ŠKODA. V této době již pracovalo ve firmě 220 zaměstnanců a podnik byl jedním ze závodů okresního podniku JESAN Jeseník. V roce 1990 byl podnik převeden do vlastnictví města Štíty a 1. března 1994 byla uskutečněna privatizace firmou KLEIBL, s.r.o..

Ta byla v červenci roku 1994 přejmenována na firmu Klein & Blažek, s.r.o. Původní výrobní program se stal základem i pro činnost nové společnosti.

Tradice třiceti let dodavatele do automobilového průmyslu, dobré jméno společnosti v oblasti jakosti i spolehlivosti dodávek a zkušenosti managementu byly dále rozvinuty při velkém rozšíření výroby, výrobních prostor, příjmu nových zaměstnanců i jakosti výroby. [4]



Obr. 1.1 Historická fotografie společnosti Klein & Blažek s.r.o.

[4]

1.1 Současný stav společnosti

Dnes je společnost Klein & Blažek, s.r.o. jedním z významnějších dodavatelů pro automobilový průmysl. Zabývá se kompletním zpracováním kovového materiálu a to v následujících oblastech.

Oblast lisovaných produktů - výroba lisovaných dílů na zařízení od tonáže 100 kN až po lisy s tonáží 6300 kN. Jedná se o zařízení, kde jsou plechové výlisky zakládány pomocí obsluhy ručně, a nebo jde o kompletní lisovací automaty složené z odvíječe materiálu, rovnačky materiálu, podavače a lisu. Je zde i instalována plně automatická linka pro výrobu plechového výlisku, který před svým dokončení projde pomocí manipulátorů přes řadu stojících lisů a je následně pomocí dopravníku přiváděn k operátorům, kteří jej zakládají do připravené bedny k expedici.

Oblast svařovaných produktů – zde dochází k využití robotizovaných pracovišť pro velkosériovou výrobu. Následuje využití jistého spektra jednoúčelových speciálních pracovišť pro bodování dílů podsestav karosérie automobilů, které jsou doplňovány v konečné fázi i ručním svařováním pomocí metod MIG / MAG.

Oblast montáží - zde firma disponuje větším množstvím jednoúčelových strojů pro montáže koncových svítidel automobilů. Mimo oblast automobilového průmyslu se zde kompletují různá madla pro otevírání a zavírání oken, navíječe venkovních žaluzií a hlavně pokračování v původní produkci domovních zvonků, které jsou dnes již rozšířeny o elektrické gongy.

Oblast tepelného zpracování – tepelné zpracování v sedmi sekcích kalící linky SOLO CTB 40/40/60, která je komplexním zařízením vybaveným i pracím zařízením se sušením. Zařízení je rozděleno na popouštěcí a kalící část kde jsou s tím spojené nádoby s kalícím olejem a vodou.

Oblast obrábění – tato oblast se dá rozdělit do dvou skupin.

První skupinou je dlouholetá výroba motorového soukolí s řetězem, která je v současné době již na ústupu a jde spíše o výrobu náhradních dílů. Celá tato produkce je provozována na původním strojním vybavením, které obsahuje například pětivřetenové soustruhy typu ANK 5/135 a nebo odvalovací frézy OFA 16 z TOSu Čelákovice. Do této skupiny také patří staré konvenční technologie, které jsou doplněny váčkovými automaty typu A 40 C a A 40 CA.

Druhou skupinou je již dnes moderní výrobní hala, kde dochází k výrobě přesných

součástí pro automobilový průmysl. Díly jsou obráběny z různých typů materiálů na CNC řízených strojích českých i zahraničních výrobců, a musí splňovat přísné výrobní tolerance. Ze strojního vybavení můžu jmenovat stroje od české firmy TAJMAC – ZPS a.s. Zlín a ze zahraničních například firmy Index Werke G.m.b.H., Deckel Maho Gildemeister, CHIRON G.m.b.H. nebo Pressta Eisele.



Obr. 1.2 Současný pohled na závod 1- firmy Klein & Blažek s.r.o.[4]



Obr. 1.3 Současný pohled na závod 2 - firmy Klein & Blažek s.r.o.[4]

2 Dělení materiálu – řezání (výběr technologií)

Jedná se o speciální způsob obrábění, který se používá pro dělení materiálu a na vytvoření úzkých drážek za tepla i za studena.

Řezání je možno rozdělit na několik kategorií, zpravidla dle druhu zařízení na kterém je tato operace realizována.

2.1 Dělení materiálu na kotoučových pilách

Na malých kotoučových pilách, jako je i pila PROFILMA 200 E se upínají řezné kotouče na vřeteno jen pomocí tření, které vzniká mezi dvěma příložkami. Drážky na pilových kotoučích se neosvědčily, jelikož v nich řezný nástroj praskal. Je výhodné řezat maximální rychlostí, jakou vydrží zuby pilky. Ty jsou vyráběny z ocelových plechů, nástrojové a rychlořezné oceli, nebo z tvrdokovu. Zuby pilky postupují za sebou jako malé sekáče, které berou malé třísky. [1]

Tyto pily jsou zpravidla saňové, kde se rameno nesoucí pilový kotouč posouvá v saních, což zaručuje přesné a plynulé vedení kotouče do řezu. Tyto stroje mohou být řízeny pomocí systému NC, což umožňuje poloautomatické ovládání za použití programu s ovládáním jednotlivých funkcí stroje, kde jako příklad strojního zařízení je právě pila PROFILMA 200 E od německého výrobce PRESSTA EISELE, G.m.b.H.. Popis stroje je dále uveden v praktické části této diplomové práce.

Další skupinou strojů v této kategorii jsou stroje s CNC řízením, kde je možno do řídicího systému stroje nahrát několik programů, které jsou uchovány v paměti stroje a je možné je vyvolat pro potřeby využitá na jednotlivé technologické operace.



Obr. 2.1 Pila kotoučová s CNC řízením

Dále mohou být tyto pily řešeny konstrukčně jako pákové, kde je nástroj posouván do řezu pomocí páky za asistence závaží, nebo za pomoci lidské síly. Další jsou kyvné a nebo ruční.



*Obr. 2.2 Kotoučová pila
PKM 60-100 – páková [3]*

Chlazení řezného nástroje je prováděno pomocí procesní kapaliny, kde se zpravidla využívá řezného oleje, nebo emulze ve složení olej a voda. Toto chlazení je nutné jelikož při této technologii řezání dochází k výskytu velkého zahřívání obrobku v oblasti řezu. Tento jev zpravidla není vhodný, protože dochází vlivem této teploty k ovlivnění horních vrstev děleného materiálu, což může vyvolat na následných operacích výskyt vad, které nejsou žádoucí.

2.2 Dělení materiálu na pásových pilách

Pásové pily na kov se také dělí na několik kategorií, jedná se o stroje ruční, poloautomatické a automatické. Způsob názvosloví se liší dle výrobce, kde se dále mohou rozlišovat na malé přenosné, gravitační nebo například hydraulické.

U ruční pásové pily na kov se jedná o ruční posuv do řezu a do výchozí polohy pomocí lidské síly. Jedná se zpravidla o malé a lehce přenosné stroje, určené pro práce na stavbách, montážích a dále pro lehčí dílenskou výrobu. Důraz je kladen i na přesnost řezu, která je zabezpečena profesionálním vedením pilového pásu v tvrdokovech a průmyslovým elektromotorem. Jednoduché nastavení úhlu řezu v rozsahu 90° - 45° při stálé poloze upnutého materiálu.



Obr. 2.3 Ruční pásová pila PILOUS ARG 105 mobil [7]

Pro gravitační – poloautomatické je posuv do řezu realizován na základě samovolného pohybu vlastní vahou, kde je plynulost posuvu regulována pomocí škrticích ventilů na olejovém tlumiči. Mají obvykle robustní litinové rameno osazené pilovým pásem, které umožňuje jak sériové řezání plných materiálů, tak i dělení jakostních materiálů. Velmi vysoký, plynule nastavitelný rozsah řezných úhlu 60° vpravo a 45° vlevo je vhodný pro pohodlné dělení materiálů pro zámečnické konstrukce. Koncepce ramene pilového pásu zaručuje vysoké řezné rozsahy při kolmých řezech i při dělení pod úhlem. Ovládací panel včetně ventilu olejového tlumiče bývá ergonomicky umístěn na přední straně podstavce.

U hydraulicko – gravitačních pil slouží hydraulický agregát automatickému zvednutí ramene pilového pásu po ukončení řezu. Výška zdvihu je nastavitelná dle rozměrů řezaného materiálu. Posuv do řezu je prováděn vlastní vahou ramene s možností plynulé regulace škrticím ventilem na olejovém tlumiči. Upínání a posuv materiálu je ruční a bývá zde dvourychlostní regulace pilového pásu.

Hydraulické – automatické pily fungují tak, že po stisknutí jediného spínače se provede celý řezací cyklus, jako je upnutí materiálu, zapnutí pilového pásu, provedení řezu, zastavení pilového pásu, zvednutí ramene do původní (nastavitelné) horní polohy a rozepnutí svěráku. Při spojení s hydraulickým posunem pilového pásu do řezu se podstatně zvyšuje produktivita řezání, zvláště u plných materiálů. Funkce stroje je možno ovládat samostatně a tyto pily jsou vybaveny silnějším motorem a frekvenčním měničem,

který umožňuje plynulou regulaci rychlosti pilového pásu v rozsahu 15-90 m/min. Správné nastavení rychlosti pilového pásu podstatně zvyšuje produktivitu zařízení, přesnost řezu a životnost pilových pásů. Pro zajištění správného upnutí zde slouží i regulace tlaku svěráku.

Pásové pily se sloupovým vedením mají rameno které se posouvá nahoru a dolů pomocí hydraulických válců, jejichž pístnici tvoří chromované vodící sloupky.

Pilový pás je oproti ložné ploše svěráku skloněn pod úhlem 3° . Cyklus řezu je následující: hydraulické upnutí materiálu, spuštění pilového pásu, provedení řezu, zastavení pilového pásu a výjezd ramene do původní nastavené polohy. Opět jsou standardně vybaveny frekvenčním měničem umožňujícím plynulou regulaci rychlosti pilového pásu. Tlak do řezu je kontrolován ventilem, který zamezuje přetržení pásu a zvyšuje tak jeho životnost. Plynulé řízení posuvu do řezu se provádí škrtícím ventilem. Opakované řezy je možno nastavit pomocí mechanického dorazu.



Obr. 2.4 Pásová pila se sloupcovým vedením PP 502[7]

Jako poslední skupinu této podkapitoly je možno uvést plně automatizované pásové pily s NC řízením. Posuvy materiálu do řezu, upínání a posuv ramene pilového pásu do řezu a zpět jsou ovládány hydraulicky. Nastavení počtu řezaných kusů a spouštění se provádí na displeji řídicí jednotky, kde se také objevují chybová hlášení. Řídicí jednotka může vykonávat několikanásobné posunutí materiálu. Základem přesnosti a kvality řezu

a dlouhé životnosti stroje jsou robustní konstrukce ramen pily a jednotlivých dílů, včetně obzvláště pevného zpracování podávacího systému a podstavce stroje. NC automaty jsou opatřeny vyjímatelnou nádobou na špony, které jsou zde zachyceny bezprostředně po vykonání řezu. Při přepnutí stroje do ručního režimu je možné ovládat všechny funkce stroje odděleně. [7]

Chlazení řezného nástroje je prováděno obdobně jako u technologie řezání pomocí kotoučových pil. Procesní kapalinou je řezný olej, nebo emulze ve složení olej a voda. Také zde dochází k výskytu velkého zahřívání obrobku v oblasti řezu a vlivem této teploty k ovlivnění horních vrstev děleného materiálu, což může vyvolat na následných operacích výskyt vad, které nejsou žádoucí.



Obr. 2.5 Pila s CNC řízením PILOUS AWD 6.2 CNC [7]

2.3 Řezání plazmou

Použití plazmové technologie dělení materiálu je možné u všech elektricky vodivých materiálů. První aplikace byly použity v průmyslu v 50. letech minulého století. Vývoj této technologie dělení a rozvoj speciálního vybavení strojů umožnilo rozšíření plazmového způsobu řezání. Obrovský posun této technologie umožňuje za určitých okolností velkou konkurenci pro takové technologie jakou jsou laserové řezání, nebo řezání plamenem. Navíc lze podle náročnosti výroby ovládat tuto technologii ručně, poloautomaticky a také automaticky.[2]

Plazmotvorný plyn, který proudí do zářícího elektrického oblouku mezi elektrody je ionizován, kde s vysokou hustotou výkonu produkuje proud plazmatu (ionizovaného plynu). V hořáku je namontována tryska, která usměrňuje proud toku tohoto plynu. Stěny trysky jsou chlazeny, což umožňuje zúžení sloupce oblouku. Díky vysoké teplotě v jádře plazmového oblouku a velmi vysoké rychlosti proudu plazmy (kinetické energie) dochází k tavení materiálu, který je vyfoukáván z místa řezu. Plazmotvorný plyn musí mít vysoké entalpie a vysokou tepelnou vodivost a co nejnižší disociaci a ionizační potenciál s vysokou molekulovou hmotností.



Obr. 2.6 Pálcí stroj OMNICUT 4000 [8]

Pro řezání plazmou se používají tyto plyny, které během procesu plní různé funkce. Argon - perfektní složka plynu, která se směsí vodíku vytváří nápadný oblouk; Vodík - se využívá ve směsi s argonem a dusíkem pro řezání austenitických ocelí a lehkých slitin;

Dusík – umožňuje řezání při vysokých rychlostech, aniž by docházelo k oxidaci materiálu a snižuje tvorbu hrany, která zůstává po řezu; Kyslík - používá se pro zefektivnění řezání nízkolegované oceli a zaručuje hladký povrch řezaného materiálu bez převisu a oxidace.[2]

Řezání plazmou může být prováděno pod vrstvou vody, čímž se výrazně snižuje hladinu hluku. Proces plazmového řezání vytváří tavení kovu, který je vynášen z řezu pomocí silně koncentrovaného plazmového oblouku v zářící spařený mezi elektrodou a materiálem. Plazma je vysoce ionizovaný plyn s vysokou energií, pohybující se v proudu plazmatu téměř rychlostí zvuku. Teplota plazmy závisí na aktuální intenzitě oblouku, povaze materiálu a složení plynu, kde se pohybuje v rámci 10 000 - 30 000°C. Používá se pouze stejnosměrný proud záporné polarity, nebo se usměrňuje napájení ze zdroje pomocí energie invertoru . Mezi výhody této technologie patří velmi hladký povrch řezu za použití plně automatizovaného zařízení, nízký dopad oproti kyslíku na ovlivnění oblasti řezu vlivem obrovské rychlosti operace. Nevýhoda poměrně široký řez na kterém zůstávají okraje.

2.4 Řezání vodním paprskem

Základem řezacího systému u řezání vodním paprskem jsou vysokotlaká čerpadla, která prostřednictvím multiplikátorů vytvářejí tlak vody cca 80-380 MPa (800 - 3800 barů) s objemovým výkonem 1,2 až 7,6 l/min při výkonu 9 až 75 kW. Vysokotlakým vedením je voda dopravována k řezací hlavě, kde je pomocí systému trysek vytvořen vlastní "řezný nástroj". Pro dělení měkčích materiálů jako jsou plasty, pryž, dřevo, korek, těsnění, potraviny apod. je používán vodní paprsek o šířce asi 0,15-0,30 mm.

Pro dělení a tvarování tvrdých materiálů je používán široký hydroabrazivní paprsek asi 0,9 - 1,5 mm s příměsí brusného prášku (nejčastěji granátového "písku"; typ abraziva se volí podle tvrdosti řezaného materiálu). Tento paprsek je pak díky své vysoké energii schopen řezat kovy, kámen, sklo a jiné materiály o tloušťce až 150 milimetrů.

Vhodnou a nejčastější příměsí je granát nebo také přírodní olivín. Pohyb řezací hlavy a celá dráha řezu je řízena řídicím systémem dle předem sestaveného programu. Proto je možné provádět i tvarově složité řezy během jedné řezné operace. Standardní přesnost výřezu je +/-0,1 mm /m. [5]

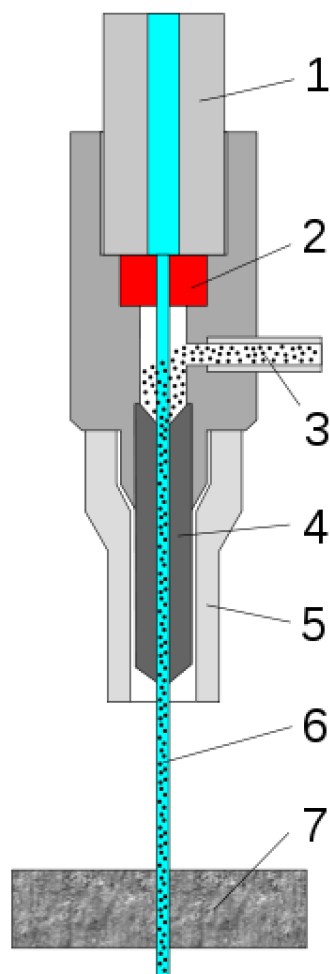


Schéma:

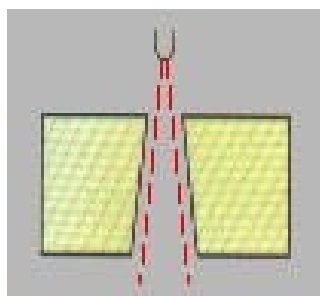
- 1 - vysokotlaký přívod vody
- 2 - rubínová nebo diamantová tryska
- 3 - abrazivo
- 4 - směšovací trubička
- 5 - držák
- 6 - paprsek
- 7 - materiál

Obr. 2.7 Řezná hlava [11]

Studeným řezem není řezaný materiál při dělení silově namáhán a řezná hrana tím není nijak tepelně ovlivněna. Tato skutečnost je velmi důležitá a svým způsobem se tak odlišuje od ostatních technologií na dělení materiálů, zvláště při laseru, plazmy a plamene.

Nevyhnutelný kontakt s vodou a většinou i s abrazivním materiálem, kde bez okamžitého vhodného ošetření má za následek rychlý nástup povrchové koroze, u nasákavých materiálů je nutné provádět delší vysoušení, může dojít ke změně barvy a znečištění.

Při dělení vodním paprskem je omezená možnost výroby hodně malých dílců pod 3-5 mm a naopak při řezání silných materiálů dochází ke zhoršení kvalitativních stupňů řezu, dochází k deformaci kontury řezu ve spodní hraně vlivem tzv. výběhů paprsku.



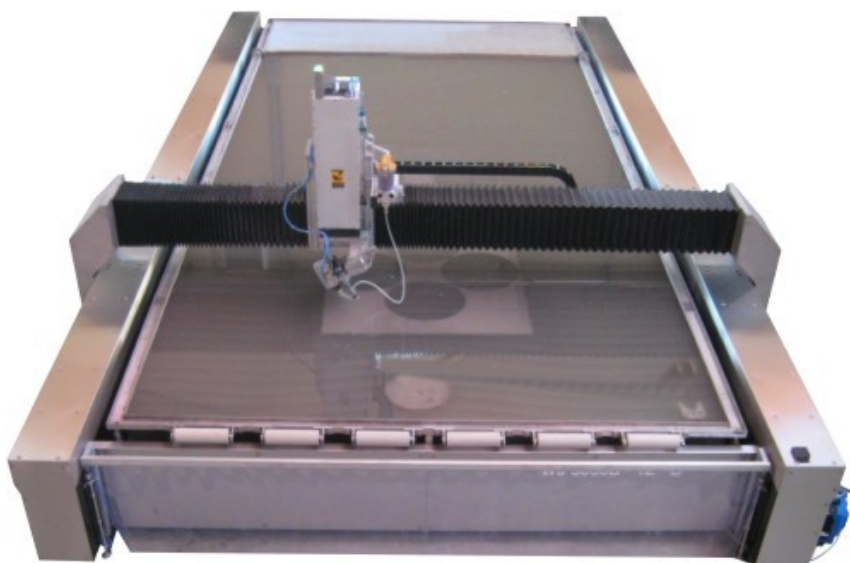
Obr. 2.8 Výběh paprsku
[5]

Mezi výhody dělení materiálů vodním proudem patří následující údaje, řez probíhá bez tepelného působení (maximální ohřev cca 40 - 50°C), takže materiál nemá žádné fyzikální, chemické ani mechanické změny a je snadno následně obrobitelný. To znamená, že se dílce tepelně nedeformují, ale nelze vyloučit deformaci díky vlastnímu napětí v materiálu. I u materiálů o větších tloušťkách lze klást dílce těsně vedle sebe, což přináší často úsporu materiálu, lze využít i tzv. společný řez. Tato technologie umožňuje řez jakéhokoli druhu materiálů včetně kovů a slitin i kalených nebo jinak modifikovaných, dále těžko opracovatelných materiálů jako sklolaminátů, skel, gumotextitů, měkkých i tvrdých pryží, plastů a těsnění. Při řezu vodním paprskem nedochází k porušení povrchových úprav, jako je leštění, broušení, komaxit atd. V případě složitějšího obrobku je možné nahradit soubor operací dělení, vrtání, frézování jediným technologickým procesem. Kvalita řezu se pohybuje od nejlepší s drsností Ra pod 3,2 až po hrubý dělicí řez výrazně rýhovaný s výraznými rozdíly ceny, kde v kvalitnějších stupních řezu většinou není nutné již žádné další opracování. Tvarové omezení řezu je dáno pouze kruhovitým průřezem paprsku, což umožňuje řezat i velice detailní kontury. S touto technologií je možné tvořit mozaiky, nebo intarzování a to i ze zcela odlišných materiálů, například kov do kamene či dlažby, sklo do plastů či dřeva. Při řezu nevznikají žádné ekologicky nevhodné zplodiny, proto jde o technologii příznivou k životnímu prostředí. Výhodou dělení materiálů vodním paprskem je efektivní řezání doposud složitě přesně dělitelných kompozitních a sendvičových materiálů. Řez je čistý bez mikrotrhlin, natavení a jakéhokoli dalšího tepelného a mechanického narušení okolí řezu na výrobku i na zbytku materiálu. Při řezání dochází k minimálnímu silovému působení paprsku na řezaný materiál. Hrana po řezu je bez ořepů, většinou odpadá nutnost následné úpravy materiálu, jako je odjehlování a srážení ostrých hran. Výroba i nejsložitějších tvarů probíhá pomocí jediné operace, včetně výroby průchozích otvorů a drážek. Řezání vodním paprskem

zahrnuje nízké náklady na přípravu kusových a malosériových zakázek. [6]

Mezi nevýhody řezání vodním paprskem patří již zmiňovaný kontakt s vodou a většinou i s abrazivním materiálem, což má za následek rychlého nástupu vzniku koroze. Dále je zde snižena možnost výroby hodně malých dílců a naopak u silnějších materiálů dochází k deformaci kontury řezu ve spodní hraně vlivem výběhů paprsku

Pomocí této technologie je možné dělit jakékoliv materiály, přírodní i syntetické, které nepoškodí přímý kontakt s vodou, nejvhodnější pro dělení jsou materiály deskovitého charakteru jako jsou plechy, desky nebo tabule. Je možné však opracovat předobrobené, přelité nebo předkované polotovary a materiály povrchově upravené. Pomocí výškového senzoru lze řezat i zvlněné tvary v plynulých křivkách a profilované materiály. Je tedy možné dělit všechny druhy ocelí včetně nerezových, nástrojových, kalených, pružinových, legovaných, tepelně zpracovaných a návarových s extrémní tvrdostí. Dále je možné touto technologií opracovávat materiály z barevných kovů jako jsou měď, hliník, dural, titan, mosaz, bronz, slitiny hliníku, titanu, mědi, niklu apod. Tato technologie umožňuje dělení i nekovových materiálů, plastů včetně vrstvených, sklolaminát, kompozity, technické a reklamní plasty, sklo čiré, barevné, lepené vícevrstvé a bezpečnostní. Dále také žuly, mramory a jiné přírodní i umělé kameny, brusné kameny na bázi SiC, keramika, porcelán včetně glazovaných a slinutých desek, elektroizolační a tepelně izolační kompozity, těsnící a pěnové materiály, expandovaný grafit, dřevo, dřevotřísky, lamina, překližka i vodovzdorná, korek, podlahové krytiny, balza, textil, koberce, filc, kůže, koženka, pryž, libovolné těsnící materiály, kompozity.



Obr. 2.9 Stroj pro řezání vodním paprskem PTV – WJxxyy-nZ-D

[9]

2.5 Řezání laserem

Řezání, obrábění a opracování materiálů laserem je realizováno přeměnou světelné energie na energii tepelnou. Složení slova laser vzniklo z počátečních písmen anglického názvu popisující jeho funkci: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, což by se dalo přeložit jako zesílení světla pomocí vynucené (stimulované) emise záření.

Laser funguje na principu indukované emise, tedy vynuceného záření. Indukovaná emise je vyvolána dopadem záření na atom prvku, kde záření přinutí elektron obíhající kolem jádra pojmout energii a tím vystoupat na vyšší oběžnou dráhu. Další příjem energie a rovnováha sil v atomu donutí elektron k vrácení do své původní dráhy přičemž vyzáří přijatou energii do prostoru. Vzniklé záření je monochromatické o přesně definované vlnové délce a koherentní, což znamená, že příslušné částice (fotony) se ve svazku pohybují jedním směrem a jsou v jeho průřezu stejnoměrně, nebo alespoň velmi pravidelně rozděleny. [10]

Zařízení pro obrábění laserem se skládá z následujících částí

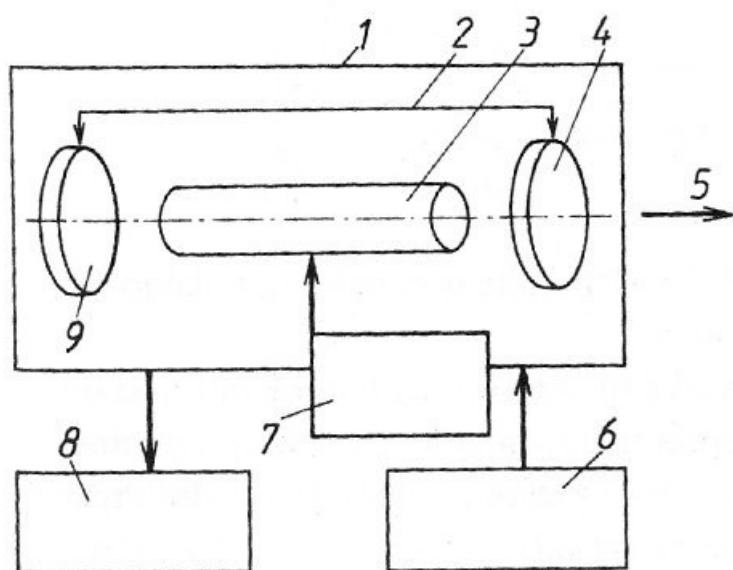


Schéma:

- 1 – laserová hlavice
- 2 – rezonátor
- 3 – laserové médium
- 4 – polopropustné zrcadlo
- 5 – výstup paprsku
- 6 – zdroj energie buzení
- 7 – budicí zařízení
- 8 – chladicí systém
- 9 – nepropustné zrcadlo

Obr. 2.10 Schéma zařízení laser [10]

Laserová hlavice obsahuje laserové médium (3), které určuje délku vlny záření. Jde o směs několika materiálů s energetickými hladinami ve vhodném nosném materiálu, který je průhledný a odvádí vzniklé teplo, může být pevné, tekuté nebo plynné. Rezonátor (2) je optický systém, který deformuje a zesiluje záření, tj. elektromagnetickou vlnu z něj vycházející. Konstrukční uspořádání rezonátoru určuje vlastnosti paprsku (koherenci,

intenzitu záření, jeho pravidelnost, spektrální a prostorové charakteristiky). Optický rezonátor se skládá nejméně ze dvou zrcadel. Nejčastěji se používají sférická zrcadla v konfokálním stabilním nebo konfokálním nestabilním uspořádání. Průměr a zakřivení zrcadel určuje rozdělení intenzity záření a energetickou rozbíhavost laserového záření. Divergence paprsku je dána rovinným nebo prostorovým úhlem, ve kterém se šíří. Rozdělení intenzity záření v průřezu výstupního paprsku laseru vyjadřuje tzv. MOD, což je označení pro vlastní kmity elektromagnetického pole v rezonátoru, specifikované danou frekvencí a zvláštnostmi rozložení pole v rezonátoru. Základní MOD je pro většinu technologických operací označován jako TEM_{00} , kde je intenzita záření dělena podle Gaussovy křivky. Rozdělení intenzity záření TEM_{10} se používá např. pro tepelné zpracování nebo povlakování. Budicí zařízení (7) ovlivňuje pracovní režim laseru. Způsob buzení závisí na laserovém médiu. Plynné médium je buzeno skoro vždy elektrickým výbojem, stejnosměrným nebo střídavým proudem. Pevné laserové médium je zpravidla buzeno lampami (výbojkami) nebo diodami. Zdroj energie buzení (6) je speciální druh síťového napáječe. Chladicí systém (8) odvádí nevyužitou energii, která se nepřemění v záření, ale v tepelnou energii. U laserů používaných při zpracování materiálů se nejčastěji používá chlazení vodou. Chladicí okruh má dvě větve: vnitřní kde se používá deionizovaná voda a vnější kde se používá voda z vodovodní sítě, nebo ze speciálního zásobníku s čerpadlem. Výrobci laserových zařízení dodávají také speciální chladicí zařízení, u kterých bývá vnitřní okruh chlazen vzduchem.[10]

Druhy laserů mohou být klasifikovány podle různých hledisek, např. podle aktivního prostředí které je nejpoužívanější a jde o pevnolátkové, polovodičové, plynové, kapalinové, plazmatické. Dále se rozlišují podle vlnových délek optického záření, které vysílají a to infračervené, viditelného pásma, ultrafialové a rentgenové. Podle typu kvantových přechodů (energetických hladin) na molekulární (rotační, rotačně-vibrační, vibrační), elektronové a jaderné. Podle typu buzení optické, buzené elektrickým výbojem, buzené elektronovým svazkem, buzené tepelnými změnami, buzené chemicky, rekombinací nebo injekcí nosičů náboje. Dále podle časového režimu provozu laseru impulzní a kontinuální, nebo podle délky generovaného pulzu, kde se jedná o laser s dlouhými pulzy, s krátkými pulzy, s velmi krátkými pulzy, které jsou pikosekundové nebo nanosekundové.

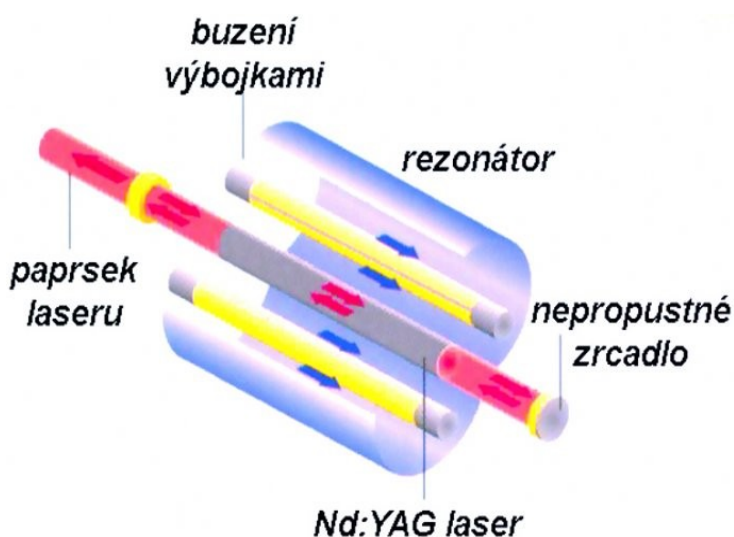
Pevnolátkové lasery, kde aktivním prostředím je dielektrikum jde o pevnou, opticky propustnou látku. Základním materiálem určujícím většinu technických vlastností daného krystalu, je u pevnolátkových laserů matrice, která musí být průzračná, opticky homogenní a musí být technologicky možné ji uměle vyrobit.

2.6 Vybrané druhy pevnolátkových laserů

Rubínový laser kde je aktivním prostředím krystal generující záření o vlnové délce 0,6943 μm . Pracuje většinou v pulzním režimu a je vhodný pro vrtání tvrdých materiálů, v lékařství v dermatologii a v laserové lokaci družic. Nyní se nahrazuje především Nd:YAG laserem.

Nd:sklo laser, který pracuje v pulzním režimu a využívá se pro vysokoenergetické pulzní režimy práce s malou opakovací frekvencí, tedy pro velké termionukleární systémy.

Nd:YAG laser je dnes nejvíce používaným typem pevnolátkového laseru je zde aktivním prostředím krystal yttriumaluminumgranát dopovaný neodymem. Tento laser je schopný práce jak v pulzním, tak kontinuálním režimu. Dosahuje výkonů 100 až 4 000 W. Paprsek pevnolátkových laserů má vlnovou délku 1,06 μm . Využívá se pro vrtání, svařování, řezání a žihání. V lékařství se používá kontinuální Nd:YAG laser jako skalpel v chirurgii a pulzní Nd:YAG laser v oční mikrochirurgii, dále pak v radarové technice a ve spektroskopii.



Obr. 2.11 Nd:YAG Laser [10]

Nd:YLF laser zde je aktivním prostředím lithiumpyttriumfluorid (LiYF_4). Paprsek má vlnovou délku 1,053 μm .

Er:YAG laser aktivním prostředím pro Er iont je YAG. Vlnové délky generovaného záření jsou 1,56 a 2,94 μm . Záření Er:YAG laseru 1,56 μm se používá v laserových dálkoměrech.

Výhodami těchto laserů je vyšší účinnost, menší spotřeba elektrické energie, menší celkové rozměry, delší trvanlivost diod oproti výbojkám (až 10 000 hodin) a menší provozní náklady. [10]

2.7 Kapalinové lasery

U kapalinových laserů jsou aktivním prostředím roztoky organických barviv nebo speciálně připravené kapaliny, které jsou dopované ionty vzácných zemin. Pro buzení kapalinových laserů se užívá optické záření.

Kapalinových laserů se především využívá ve spektroskopii. Novou aplikací je zde možnost využití naladění přesné vlnové délky v medicíně a ve fotodynamické terapii, kdy se působením záření přesné vlnové délky ničí rakovinotvorný nádor předem „napuštěný“ speciálním organickým barvivem, které se působením záření rozpadá a volný generovaný kyslík ničí rakovinotvorné buňky.

2.8 Plynové lasery

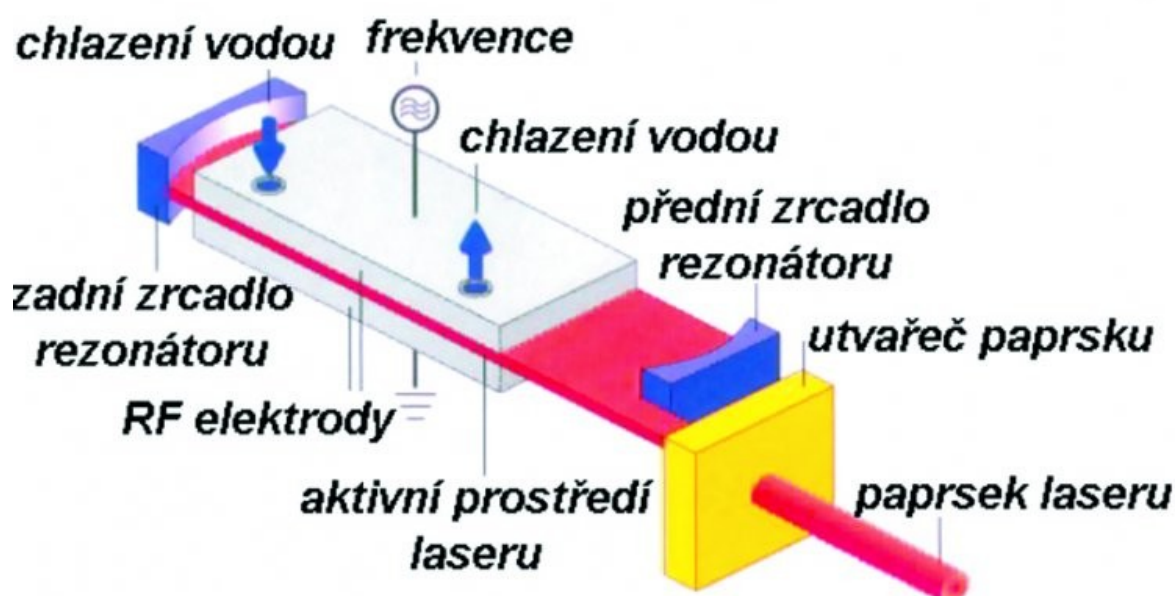
U plynových laserů je aktivní prostředí v plynné fázi. Převážná většina plynových laserů pracuje v kontinuálním režimu. Jsou vyvinuty i lasery s mimořádně vysokým výkonem pracující v pulzním provozu. Tyto lasery je možné budit elektrickým výbojem, chemickou reakcí, fotodisociací, rychlou expanzí plynu, průchodem svazku rychlých elektronů a opticky.

Heliumneonový laser má aktivní prostředí tvořeno vybuzenými atomy neonu. Budí se v elektrickém výboji o směsi plynů helia a neonu. Tento laser vyzařuje infračervené záření o vlnové délce 1,15 μm , 3,39 μm a 0,633 μm . Používá se v měřicí technice, holografii a geodézii.

Argonový laser má aktivní prostředí tvořeno ionty argonu a budí se elektrickým výbojem. Vlnové délky záření jsou: 457,9 nm, 465,7 nm, 472,7 nm, 488,0 nm, 496,5 nm a 514,5 nm.

Excimerový laser jehož aktivním prostředím jsou excimery. Excimer je nestabilní molekula vznikající pouze na přechodnou dobu v důsledku vzájemného působení vybuzeného atomu s atomem v základním stavu. Buzení je prováděno elektrickým výbojem nebo svazkem rychlých elektronů. Používají se v selektivní laserové fotochemii, při technologických aplikacích (při popisování součástí, vrtání), v medicíně a ve fyzikálním a biologickém výzkumu.

CO₂ laser má aktivní prostředí tvořeno molekulami oxidu uhličitého, kde buzení je elektrickým výbojem, který zapaluje směs plynů CO₂, N₂ a He. Využívá se pro řezání, svařování, vrtání, popisování součástí, nanášení povlaků a tepelné zpracování.



Obr 2.12 CO₂ Laser [10]

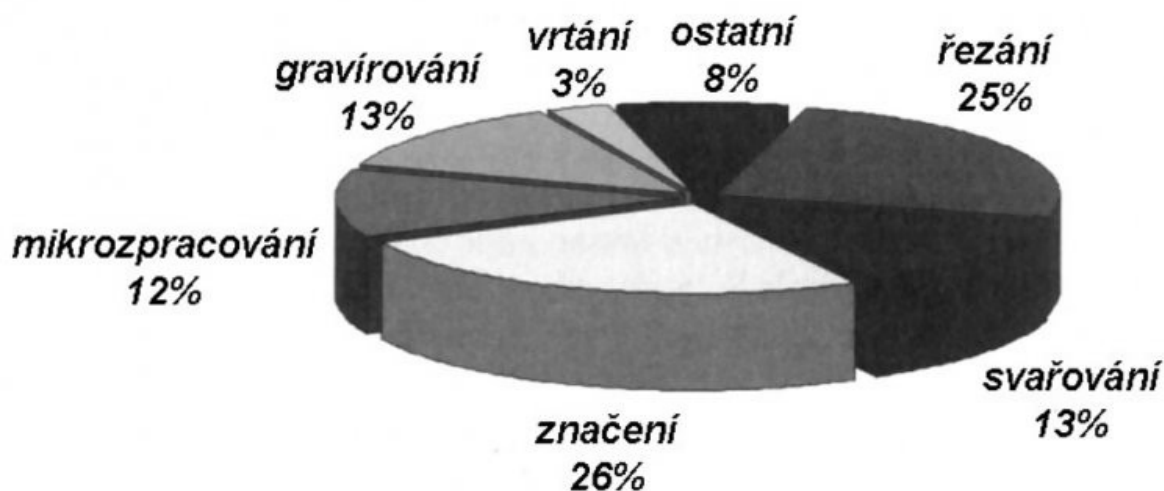
2.9 Použití laserů

Laser se za dobu od svého vzniku používá v celé řadě oborů. Přístroje se dnes využívají v medicíně, technologii, astronomii, geodézii, metrologii, chemii, biologii, spektroskopii, energetice, ve výpočetní technice, v technice spojů, ve vojenské technice, v automatizaci a v dálkovém řízení.

V technologii se laser používá od druhé poloviny 60. let. Vývoj laseru i jeho aplikace prochází neustálou inovací. Laserovou technologii popisujeme jako opracování materiálu založené na využití schopnosti laseru koncentrovat optickou energii v prostoru, čase a spektrálním intervalu. Dále ji definujeme jako interakci optického záření s látkou.

Předností laserových technologických operací je opracování bez mechanického kontaktu s výrobkem, při možnosti opracování obtížně přístupných částí materiálu a technologické zpracování těžkoobrobitelných materiálů. [10]

V technologii se laseru využívá pro svařování, vrtání, řezání, tepelné zpracování, značení a gravírování, povrchové úpravy, povlakování, metody tvorby modelů a prototypů (Rapid Prototyping) a pro laserovou podporu konvenčního obrábění. Každá z těchto oblastí má svá specifika, pokud jde o typ laseru a způsoby jeho užití. Obrobitelnost materiálu laserem je dána pohltivostí, což je schopnost pohlcovat světelnou energii a měnit ji na kinetickou energii neuspořádaného pohybu molekul nebo atomů absorbující látky, která se mění na tepelnou energii. Dále tepelnou vodivostí, odrazivostí, která je dána poměrem množství odražené energie k energii dopadající. Obrobitelnost materiálu laserem je tím lepší, čím větší je pohltivost materiálu a menší jeho tepelná vodivost a odrazivost.

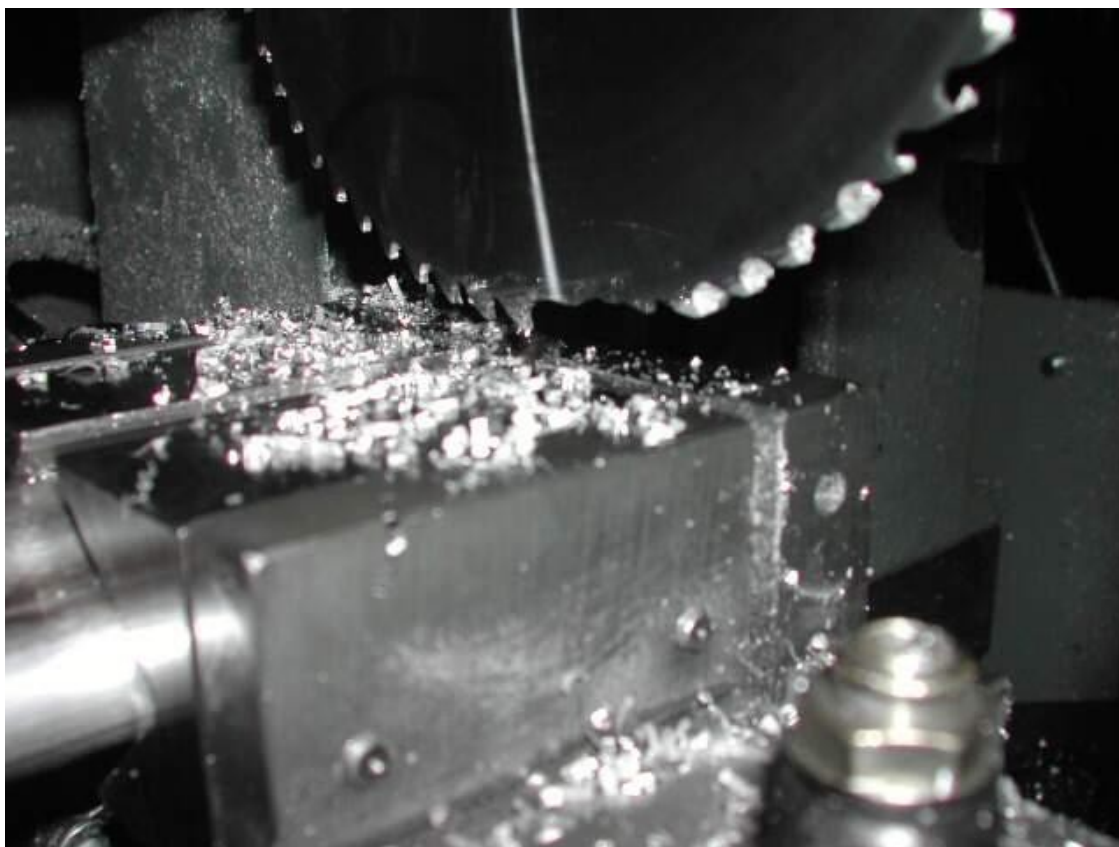


Obr. 2.13 Procento rozdělení technologií laseru [10]

3 Popis problému řezání na kotoučové pile PROFILMA 200 E

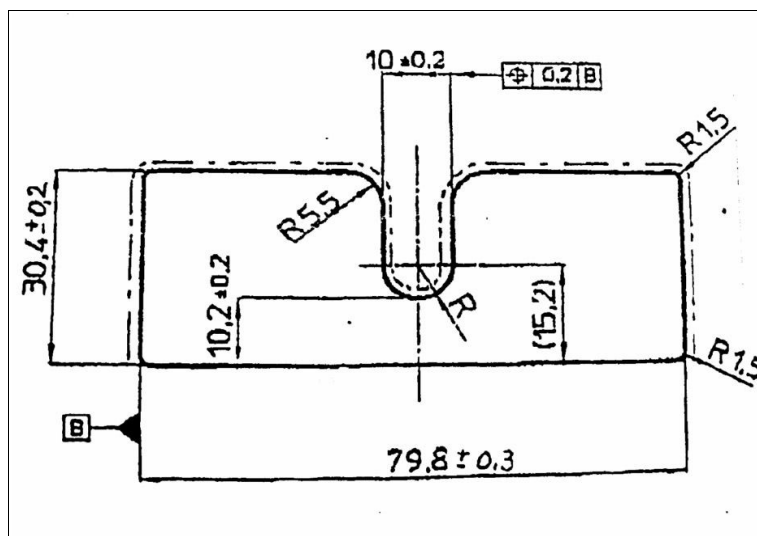
Při řezání polotovaru z materiálu EN AW – 6082 stav T6 (EN AW – AlSi1MgMn) , který je tažen do profilu č. 8557, dochází na stroji PROFILMA 200 E vlivem nesprávného mazání k nanesení obráběného materiálu na vnitřní strany zubů pilového kotouče. Na základě tohoto jevu dochází ke zvyšování teploty v oblasti řezu, čímž následně dojde k rozšíření nanesení materiálu i na boční stěny kotouče. Pro takto zanesený řezný nástroj již není možné dosáhnout cyklového času a také není možno dosáhnout požadované drsnosti povrchu.

Zpravidla se stroj zastaví na přetížení, které je hlídáno pomocí proudového chrániče na motoru. Tato ochrana však není natolik vhodná na to, aby zabránila vznikajícímu nežádoucímu jevu, kterým je totální destrukce řezného nástroje, což je vidět na obrázku č. 3.1.



Obr. 3.1 Poškozený pilový kotouč

3.1 Dělený materiál



Obr. 3.2 Rozměry profilu děleného materiálu

Tyč profilovaná tažená o rozměrech průřezu dle obrázku a délce 3000 mm.

Označení profilu: 8557

Materiál: EN AW – 6082, stav T6 (EN AW - AlSi1MgMn)

Hmotnost: 5,978 kg/m

Plocha průřezu: 2 214 mm²

Obvod: 249 mm

Tvar profilu: otevřený

Dodavatel: Alusuisse Děčín, s.r.o.

Řezaná délka polotovaru: 25,9 – 0,4 mm



Obr. 3.3 Uložení profilovaných tažených tyčí na vozíku

3.2 Popis a nastavení kotoučové pily PROFILMA 200 E

Operace řezání probíhá na kotoučové pile od firmy PRESSTA EISELE GmbH typ PROFILMA 200 E.



Obr. 3.4 Kotoučová pila PROFILMA 200 E

Popis a konstrukční rysy kotoučové pily PROFILMA 200 E

Ovládání

Ovládání je prováděno plnoautomatickou obsluhou.

Pohon stroje

Pohonem stroje je motor o výkonu 3,0 kW s napětím 400 V o frekvenci 50 Hz a otáčkách 1450 ot/min.

Pilové kotouče

Rozsah pilových kotoučů je od průměru 100 do průměru 200 mm, z materiálu HSS, nebo jde o kotouče tvrdokovové.

Řezný rozsah

Řezný rozsah stroje 50 x 110 mm (výška x délka).

Řízení stroje

Řízení stroje je realizováno přes SPS Siemens S 7 – 300 s obrazovkou 5,7“, obsluha zařízení se provádí pomocí Touchpanelu.



Obr. 3.5 Ovládací panel (Touchpanel simatic)

Otáčky pilového kotouče jsou plynule regulovatelné od 1500 – 3750 ot /min. Počítadlo kusů s požadovaným a skutečným počtem kusů a koeficientem počtu kusů pro použití na svazek materiálu. Dále jsou zde políčka pro zadávání taktu řezu v sekundách pomocí nějž dojde v řídicím systému k přepočítání požadovaných parametrů pro klidný a plynulý řez materiálem.

Reverzační zařízení s pěti násobným posuvem s maximální délkou posuvu 2500 mm, který se vypíná při zvýšeném tlaku řezu (například tupý pilový kotouč), jedná se o hydro-pneumatický plynule nastavitelný posuv.

Stroj je vybaven automatickým vypínáním pomocí koncového snímače a je opatřen spínačem pro hlášení konce materiálu. Řízení stroje obsahuje i dálkovou diagnostiku pro případy řešení servisních operací na dálku.

Podávací zařízení

Motorická jednotka posuvu spojená přes kuličkový šroub a servomotor se pohybuje po přesném vozíku lineárního plochého vedení. Délka posuvu nastavitelná pomocí řízení od 0 do 500 mm.

Mazání kotouče

Jde o mikromazání s kontrolou stavu naplnění nádoby o objemu jeden litr.

Přesnost řezání

Jde o velice přesný stroj v oblasti dělení materiálu, přesnost řezaného dílu je deklarována v toleranci $\pm 0,06$ mm.

Příprava pro odsávání

Přípravou pro odsávání jsou dvě odsávací hrdla o průměru 100 mm z prostoru krytu řezného kotouče a z místa pod svěráky materiálu. Dále elektrická příprava pro napojení odsávacího zařízení a maximálním výkonem motoru 4 kW.

Stroj je dodáván bez upínacích čelistí a bez pilového kotouče, který ale musí mít upínací otvor o průměru 22 mm.

Zařízení na odsávání třísek typ MG 8 PS

Zařízení odsává prach a třísky, které jsou následně shromažďovány do 900 litrové kovové nádrže, kterou je možno pomocí vysokozdvížného vozíku vyprázdnit. Pohonem odsávání je třífázový motor o výkonu 4 kW, který s odsávací turbínou vyvolává podtlak 2 hPa, maximální objem vzduchu činí 4000 m³/hod. Hlučnost zařízení je pod 85 dbA



Obr. 3.6 Odsávací zařízení

Pilový kotouč tvrdokovový

Materiál 8SB 016057 o rozměrech Ø 160 x 1,2 x 22 mm Z 64 tvar zubu B



Obr. 3.7 Detail značení pilového kotouče

3.3 Nastavení stroje

Nastavení upínání profilované tyče, seřízení válečkového vedení:



Obr. 3.8 Upínání profilu

Před zahájením vlastního řezání musí být stroj přenastaven pro řezaný profil materiálu. K tomu slouží výměnné upínací čelisti, které jsou šroubovány do základů upínacího mechanismu. Ten se skládá z pneumatických válců s krokem do 30 mm, které jsou přišroubovány k základně stroje a na jejichž činné ploše jsou umístěny základny pro šroubování čelistí. Připevnění k základně stroje je provedeno pomocí šroubového spojení, které je přestavitelné v rozmezí celého chodu válce, to znamená v délce 30 mm.

Další upínací mechanismus se nachází u podání materiálu, který obsahuje stejný typ, jaký je použit u pevného upnutí.

Dalším důležitým úkonem před zahájením řezání je nastavení válečkového vedení, které musí vytvořit se základnou stroje horizontální rovinu pro snadné a přesné podání materiálu. Ke správnému nastavení tohoto vedení slouží frézované drážky ve stěnách rámu ve kterých jsou pomocí šroubového spoje uchyceny jednotlivé válečky.

Ty se proto dají snadno a přesně nastavit v každém jednotlivém úseku válečkového vedení. K hrubému nastavení válečkového vedení slouží stavěcí nohy.



Obr. 3.9 Válečkové vedení

Montáž pilového kotouče



Obr. 3.10 Umístění materiálu

Montáž pilového kotouče je velice snadná. Po demontáži krytu , který je uchycen pomocí třech šroubů, se odkryje odsávaný pracovní prostor pilového kotouče, kde je již na první pohled vidět utahovací matice. Po jejím odšroubení nasuneme pilový kotouč do uložení a matici našroubujeme zpět. Dotažení se provádí za pomoci dvou klíčů, přičemž první klíč slouží k přidržení vřetene a druhý k dotažení utahovací matice.

Zakládání profilované tyče

Zakládání profilu materiálu drážkou $10 \pm 0,2$ mm směrem vzhůru.

Nastavení mazání

Nastavení mazání se provádí pomocí dvou škrťacích ventilů, jeden slouží pro regulaci množství přiváděného stlačeného vzduchu a druhý slouží pro nastavení množství průtoku mazacího média.

Nastavení ovládacího systému stroje

Pro spuštění automatického cyklu je třeba v našem případě nastavit následující hodnoty: délka kusu – 25,9 mm a hodnota otáček – 3500 ot/min.

Nastavení posuvu do řezu:

Nastavení posuvu do řezu se provádí pomocí regulačního ventilu, který ovládá hydro - pneumatický multiplikátor.



Obr. 3.11 Regulační ventil

3.4 Technologický postup řezání polotovaru z profilu 8557 na kotoučové pile PROFILMA 200 E

Na základě cyklového času stroje a snímku pracovního dne je stanovena výkonová norma na 42,75 Nmin /100 ks, což odpovídá 1052 ks za jednu pracovní směnu.

3.5 Popis operace

Před spuštěním stroje je nutné vždy zkontrolovat zadané hodnoty v menu obslužného panelu. Pokud dojde k zastavení stroje na 0,5 hodiny musí se vždy provést minimálně 3 řezy bez materiálu z důvodu namazání kotouče. Pomocí seřízení regulačního ventilu na hodnotu 1,4 až 1,5 dílků a zkušebního řezu na prázdko bez materiálu je nutné nastavit cyklový čas řezu na 21 sekund.

V nastavení řídicího systému je zadána hodnota pro otáčky motoru na 3500 ot/min. Na dávkovacím zařízení LUBRICA je nastaveno pro olej PROFILMA 68 minimálně 40 taktů, což simuluje čtyři řezy pro opakování cyklu mazání. Dále je nutné seřídit přívod vzduchu, což je provedeno pomocí škrtícího ventilu na pneumatické kostce, hodnota nastavení je udána na 1,2.

Pro tuto operaci je využíváno pilového kotouče o rozměrech 160 x 1,2 x 22 Z 64 tvar zubu B.

Dále je nutno zkontrolovat funkčnost odsávacího zařízení (které je čistěno vždy na konci směny), vyčistit pracovní plochu před vložením nového profilu a zkontrolovat tlak upínače na manometru, tato hodnota je v rozmezí 5 – 6 bar.

Řezání je prováděno v automatickém cyklu, před založením nové tyče je nutné vždy očistit dorazové plochy pilových svěráků a plochy kde zajíždí pilový kotouč. Dále je nutné vyfoukat z obou stran kryt pilového kotouče.

Na válečkovou trať je možno poté uložit jednu očištěnou tyč profilu č. 8557 (orientovaně drážkou směrem dolů – z důvodu prohnutí tyče a následného poškození kotouče).

Po takto připraveném a nastaveném stroji je prováděno řezání polotovaru na rozměr 29,9 – 0,4 mm. Po vyjetí polotovaru z pracovního prostoru stroje je nutné díly (drážku) vyfoukat stlačeným vzduchem a srovnat do připravené mezioperační přepravky.

3.6 Měření dílů

Vzhledem k velké toleranci řezaného rozměru $25,9 - 0,4$ mm stačí k měření délky dílů digitální posuvka a pro určení kolmosti dílu úhelník v kombinaci se spárovými měrkami. Tento jednoduchý způsob měření délky polotovaru je dán i z důvodu, že jde o první operaci na kterou navazují další a daleko složitější operace.



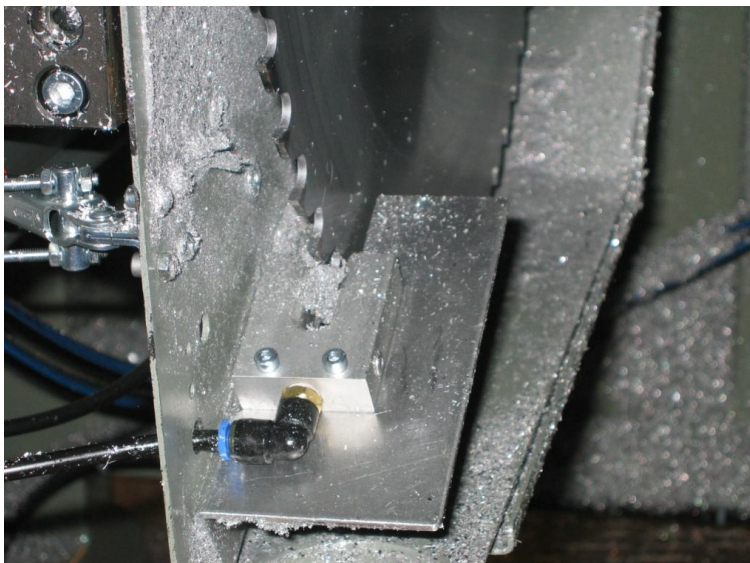
Obr. 3.12 Kontrolní pracoviště pro měření drsnosti povrchu

Naproti tomu měření drsnosti povrchu na obou stranách odřezaného materiálu se provádí na určeném kontrolním pracovišti, které je součástí výrobní haly a je opatřeno drsnoměrem. Pracoviště je udržováno v čistotě, tak aby nedocházelo k odchýlkám měření, které může ovlivnit výslednou hodnotu drsnosti. Toto měření je prováděno obsluhou stroje, která je k tomuto úkonu řádně proškolená a má dostatečné zkušenosti se správným nastavením zařízení, které se liší pro ostatní vyráběné díly na stejném provozu.

Drsnost povrchu pro tento typ polotovaru nesmí překročit hodnotu $Ra\ 3,2$, což je naplněno s dostatečnou rezervou. Hodnota naměřená na obou stranách dílu se pohybuje v rozmezí od $Ra\ 0,36$ do $Ra\ 0,43$.

4 Řešení vzniklého problému na stroji PROFILMA 200 E

Prvním pokusem o zlepšení vzniklého problému bylo zvýšení přívodu procesní kapaliny do řezu, které bylo zpočátku realizováno pomocí jedné směsné trysky ve tvaru válcové trubičky. Tento pokus přinesl zlepšení v kvalitě řezu, nicméně došlo k nárůstu nákladů na výrobu polotovaru, způsobenou velkou spotřebou mazacího média. Proto došlo ke konstrukci nové koncovky na přívodu procesní kapaliny do řezu obr. 4.1, od které se slibovalo ušetření množství procesní kapaliny pro operaci řezání.



Obr. 4.1 Tryska mazání

Konstrukce trysky spočívá v rozložení přívodu procesní kapaliny do třech bodů, ze kterých vychází médium na obě boční strany pilového kotouče a do středu pilového kotouče, tedy přímo na zuby. Prostřední bod trysky tedy vykonává potřebnou práci pro odvod zachyceného materiálu na čelní straně zubů. Tříska je pak transportována směrem k hrdlu odsávacího zařízení, které ji přenesse do sběrné nádoby.

Výrobou a implementací této nové trysky došlo opět ke zlepšení kvality obrobeného povrchu, nicméně nedošlo k tak výrazné úspoře procesní kapaliny. Proto bylo nutné přistoupit k radikálnějšímu řešení tohoto problému a tím byla v první fázi změna procesní kapaliny.

4.1 Změna procesní kapaliny

Realizace řezu na kotoučové pile PROFILMA 200 E byla prováděna pomocí procesní kapaliny doporučené výrobcem stroje tj. minerálním olejem hydrogenovaným pod vysokým tlakem PROFILMA 68. Za pomoci mazacího agregátu dodávaného výrobcem stroje obr. 4.2.



Obr. 4.2 Mazací agregát pila PROFILMA 200 E

Tento produkt má následující fyzikální a chemické vlastnosti:

Skupenství	-	kapalné
Barva	-	bez barvy
Zápach	-	bez zápachu
Hustota	(15°C)	0,867 g/cm ³
Pourpoint		- 9 °C
Viskozita	(40°C)	71 mm ² /s
Rozpustnost ve vodě	(20°C)	<0,1 g/l
Bod vzplanutí		230 °C

Ostatní údaje o procesní kapalině jsou uvedeny v Příloze A této diplomové práce.

Na první pohled měla tato procesní kapalina velmi vysoký viskozitní stupeň, což zabráňovalo snadnému odvodu třísky z řezu a zároveň docházelo ke snížení účinnosti odsávacího zařízení. Proto zůstávalo v okolí řezu velké množství špon, které současně zabráňovaly přívodu procesní kapaliny přímo na řezný kotouč. Tím docházelo ke zvyšování teploty v oblasti řezu, což mělo za následek nanášení teplem ovlivněného materiálu na řezný nástroj. Ten po zanesení přestal plnit svou řeznou funkci a došlo k jeho zadření v řezu, případně k jeho roztržení.

Proto bylo přistoupeno k rozhodnutí o změně procesní kapaliny, která byla vybrána na základě výběrového řízení. Z toho výběrového řízení vyšla vítězně distributorská firma REXIM spol. s r.o. která na náš trh dodává procesní kapaliny od německého výrobce ACCU – LUBE Manufacturing G.m.b.H.

Tento distributor doporučil pro další zlepšení kvality řezu produkt s typovým označení ACCU – LUBE LB 5000.



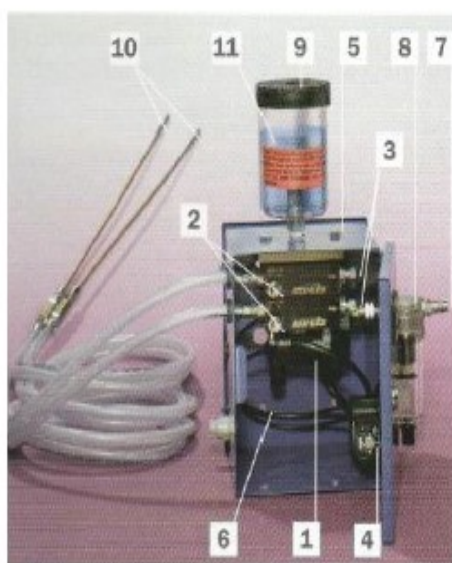
Obr 4.3 Ukázka balení procesní kapaliny

Tato procesní kapalina má následující fyzikální a chemické vlastnosti:

Skupenství	-	kapalné
Barva	-	modrá
Zápach	-	téměř žádný
Hustota	(15°C)	845 kg/m ³
Bod zákalu		5 °C
Viskozita	(40°C)	18 mm ² /s
Rozpustnost ve vodě		nerozpustný
Bod vzplanutí		>160 °C

Ostatní údaje o procesní kapalině jsou uvedeny v Příloze B této diplomové práce

Zde je patrné velké snížení viskozitního stupně oproti původní procesní kapalině za zachování stejné kvality obrobené plochy. Tato procesní kapalina rovněž snáz vytváří aerosol s proudícím vzduchem, který nyní slouží jako dopravce média do řezu. Tento krok umožňuje nově instalovaný mazací agregát obr. 4.4.



1. Elektromagnetický ventil
2. Pístová čerpadla
3. Regulace zdvihu čerpadel
4. Pneumatický generátor zdvihů čerpadel
5. Skříňka
6. Rozvod vzduchu
7. Přívod vzduchu
8. Vzduchový filtr
9. Nádoba na kapalinu
10. Trysky
11. Náplň

Obr. 4.4 Popis nového agregátu ACCU LUBE

4.2 Zkouška řezání po změně procesní kapaliny

Po nastavení stroje bylo přistoupeno ke zkoušce řezání. Po několika kusech došlo k automatickému vyhodnocení cyklového času stroje, který se pohyboval okolo 19 sekund na jeden řez. Tento čas je vyhodnocen systémem stroje, který je odvozen z nastavení rychlosti posuvu kotouče do řezu a z posuvu materiálu na požadovanou délku.

Proudové zatížení motoru stroje se pohybovalo okolo 4,9 A čímž došlo k zastavení stroje pro přetížení. Po odstavení stroje a podrobné prohlídce došlo ke zjištění nalepení materiálu na zubech pilového kotouče, což bylo způsobeno nedostatečným mazáním. Vyměnili jsme proto pilový kotouč a pokračovali v řezání materiálu s novým nastavením mazání, olej – 1,1 dílku na stupnici, vzduch – 40 dílků. Cyklový čas se tím prodloužil na 20 s na jeden řez, avšak ani tato úprava nepomohla a došlo k opětovnému zastavení stroje na přetížení po dvaceti nařezaných kusech. Bylo tedy provedeno opětovné nastavení mazání, olej – 1,5 dílku na stupnici, vzduch – 45 dílků. Tímto krokem došlo k výraznému zlepšení proudového zatížení stroje, které pohybovalo okolo 2,5 A.

Po nařezání potřebného množství kusů bylo přistoupeno ke kontrole pracovního prostoru. V okolí kotouče nebyl zaznamenán výskyt špon a řezný nástroj jevil známky nedostatečného namazání. Bylo tedy provedeno opětovné nastavení mazání, olej – 2 dílky na stupnici, vzduch zůstal na původní hodnotě tedy – 45 dílků. Po této úpravě již došlo k výraznému zlepšení mazání řezného nástroje, proto bylo toto nastavení zahrnuto do technologického postupu.

Po vytvoření správného poměru aerosolu, který se skládá z množství procesní kapaliny a vzduchu, došlo k výrazné úspoře mazacího média a také k jeho lepší implementaci na řezný nástroj. Aerosol pokryl větší plochu řezného nástroje, což umožnilo lepší mazací schopnost v průběhu celého řezu. Dále zde proudící vzduch slouží jako přirozené chladiivo pro řezný nástroj, čímž zamezuje jeho zahřívání. Tímto zlepšením dochází k odstranění nanášení obráběného materiálu na řezný nástroj a tím se podstatně zvyšuje jeho životnost. Hlavně tímto krokem došlo k odstranění vzniku havárií a v poslední řadě ke zvýšení rychlosti řezu. Cyklový čas se navíc podařilo snížit přes původní hodnotu, která byla zavedena před vznikem havárií. Došlo také ke zlepšení drsnosti povrch, což je patrné z obrázku 4.5.



Obr 4.5 Povrch po řezání na kotoučové pile Profilam 200 E

4.3 Nový technologický postup řezání polotovaru z profilu 8557 na kotoučové pile PROFILMA 200 E

Na základě cyklového času stroje a snímku pracovního dne je stanovena výkonová norma na 40,75 Nmin /100 ks, což odpovídá 1105 ks za jednu pracovní směnu.

4.4 Popis operace

Před spuštěním stroje je nutné vždy zkontrolovat zadané hodnoty v menu obslužného panelu. Pokud dojde k zastavení stroje na 0,5 hodiny musí se vždy provést minimálně 3 řezy bez materiálu z důvodu namazání kotouče. Pomocí seřízení regulačního ventilu na hodnotu 1,6 až 1,7 dílků a zkušebního řezu na prázdko bez materiálu je nutné nastavit cyklový čas řezu na 20 sekund.

V nastavení řídicího systému je zadána hodnota pro otáčky motoru na 3500 ot/min.

Na dávkovacím zařízení ACCU LUBE je nastaveno pro olej ACCU LUBE LB 5000 minimálně 45 taktů, což simuluje čtyři řezy pro opakování cyklu mazání. Dále je nutné seřídít přívod vzduchu, což je provedeno pomocí škrťacího ventilu na pneumatické kostce, hodnota nastavení je udána na 2.

Pro tuto operaci je využíváno pilového kotouče o rozměrech 160 x 1,2 x 22 Z 64 tvar zubu B.

Dále je nutno zkontrolovat funkčnost odsávacího zařízení (které je čistěno vždy na konci směny), vyčistit pracovní plochu před vložením nového profilu a zkontrolovat tlak upínače na manometru, tato hodnota je v rozmezí 5 – 6 bar.

Řezání je prováděno v automatickém cyklu, před založením nové tyče je nutné vždy očistit dorazové plochy pilových svěráků a plochy kde zajíždí pilový kotouč. Dále je nutné vyfoukat z obou stran kryt pilového kotouče.

Na válečkovou trať je možno poté uložit jednu očištěnou tyč profilu č. 8557 (orientovaně drážkou směrem dolů – z důvodu prohnutí tyče a následného poškození kotouče).

Po takto připraveném a nastaveném stroji je prováděno řezání polotovaru na rozměr 29,9 – 0,4 mm. Po vyjetí polotovaru z pracovního prostoru stroje je nutné díly (drážku) vyfoukat stlačeným vzduchem a srovnat do připravené mezioperační přepravky.

5 Změna řezného nástroje

Po úspěšném zavedení nové procesní kapaliny bylo možné přistoupit k dalším pokusům, které povedou ke snížení cyklového času a tím ke zvýšení produktivity technologie na daném stroji. Nejvhodnější volbou se po odstranění problému s haváriemi stal pochopitelně řezný nástroj.

Na stroji PROFILMA 200 E byl doposud používán tvrdokovový pilový kotouč z materiálu 8SB 016057 o rozměrech $\varnothing 160 \times 1,2 \times 22$ mm Z 64 tvar zubu B obr. 5.1 .



Obr. 5.1 Detail pilového kotouče

Tento řezný nástroj byl dodáván od firmy FORTE – WESPA – Rokycany s.r.o.. Proto byla tato firma také oslovena jako první o možnost dodávky nového řezného nástroje pro kotoučovou pilu PROFILMA 200 E. Požadavkem byl maximální možný průměr pilového kotouče, který je možno uchytit na trn vřeténka tak, aby nedošlo ke kolizi s ochranným krytem řezného nástroje. V našem případě se jedná o limitní průměr udávaným výrobcem stroje, což je 200 mm.

Takto specifikovaný průměr kotouče již nebyl v programu firmy FORTE – WESPA – Rokycany s.r.o. a výrobu speciálu pro dané účely není tato firma schopna z technologického zázemí vyrobit.

Proto byly osloveny v poptávkovém řízení společnosti zabývající se výrobou řezných nástrojů pro kotoučové pily, které jsou schopny vyrobit pilový kotouč o požadovaném průměru 200 mm.

Z došlých nabídek byla vybrána společnost AF.AR Italy, kterou na českém trhu zastupuje společnost R.D.I. DELMAT s.r.o.

Tato společnost jako jediná byla schopna vyrobit požadovaný řezný nástroj dle zadané specifikace, je to dáno tím že tato firma se převážně zabývá ostřením nástrojů. Proto je velmi pružná v oblasti výroby řezných nástrojů na zakázku, což v tomto případě bylo velmi důležitým faktorem pro výběr dodavatele. S dodávkou nových pilových kotoučů došlo k uzavření dohody o službách, které budou poskytovány po dobu životnosti celého projektu.

Nový řezný nástroj je vybroušen z polotovarů, které jsou dodávány od italského výrobce obr. 5.2.



Obr. 5.2 Polotovary pro výrobu řezného nástroje

Tyto polotovary jsou dále zpracovány dodavatelem do finální podoby, která má předem stanovené náležitosti dle výrobního programu. Z odzkoušených podmínek, které jsou funkční pro pilový kotouč o průměru 160 mm, byl zvolen stejný tvar zubu typu B i pro kotouč o průměru 200 mm obr. 5.3.



Obr 5.3 Tvar zubu pilového kotouče

Počet zubů byl vlivem větší obvodové rychlosti snížen na 54. Tento počet je udán ze vztahu určeného dodavatelem, kde je podmínkou zajištění přítomnosti třech zubů v řezu tak, aby došlo k optimálnímu odvodu třísky z prostoru řezu.



Obr 5.4 Nový řezný kotouč s označením

5.1 Řezání

Po nastavení všech úkonů které jsou popsány v kapitole nastavení stroje bylo přistoupeno ke zkoušce řezání za použití nového řezného nástroje. Po několika kusech došlo k automatickému vyhodnocení cyklového času stroje, který se pohyboval okolo 16 sekund na jeden řez. Tento čas je vyhodnocen systémem stroje, který je odvozen z nastavení rychlosti posuvu kotouče do řezu a z posuvu materiálu na požadovanou délku.

Proudové zatížení motoru stroje bylo okolo 5 A, čímž došlo k zastavení stroje pro přetížení. Po odstavení stroje a podrobné prohlídce bylo zjištěno nalepení materiálu na zubech pilového kotouče, což bylo způsobeno chybným nastavením posuvu do řezu. Byla tedy provedena výměna pilového kotouče a přistoupeno se k řezání materiálu s novým nastavením posuvu. Cyklový čas se tím prodloužil na 18 s na jeden řez. Proudové zatížení kleslo pod limitní hranici a bylo možné pokračovat v dalším pokusu řezání.

Nastavení mazání bylo pro tento cyklový čas vyhovující z předešlého nastavení pro pilový kotouč o průměru 160 mm. Po této úpravě už jsme na stroji řezali bez závad.

5.2 Nový technologický postup řezání polotovaru z profilu 8557 na kotoučové pile PROFILMA 200 E

Na základě cyklového času stroje a snímku pracovního dne je stanovena výkonová norma na 36,56 Nmin /100 ks, což odpovídá 1230 ks za jednu pracovní směnu.

5.3 Popis operace

Před spuštěním stroje je nutné vždy zkontrolovat zadané hodnoty v menu obslužného panelu. Pokud dojde k zastavení stroje na 0,5 hodiny musí se vždy provést minimálně 3 řezy bez materiálu z důvodu namazání kotouče. Pomocí seřízení regulačního ventilu na hodnotu 1,8 až 1,9 dílků a zkušebního řezu na prázdnou bez materiálu je nutné nastavit cyklový čas řezu na 18 sekund.

V nastavení řídicího systému je zadána hodnota pro otáčky motoru na 3200 ot/min. Na dávkovacím zařízení ACCU LUBE je nastaveno pro olej ACCU LUBE LB 5000 minimálně 45 taktů, což simuluje čtyři řezy pro opakování cyklu mazání. Dále je nutné seřídit přívod vzduchu, což je provedeno pomocí škrtícího ventilu na pneumatické kostce, hodnota nastavení je udána na 2.

Pro tuto operaci je využíváno pilového kotouče o rozměrech 200 x 1,2 x 22 Z 54 tvar zubu B.

Dále je nutno zkontrolovat funkčnost odsávacího zařízení (které je čistěno vždy na konci směny), vyčistit pracovní plochu před vložením nového profilu a zkontrolovat tlak upínače na manometru, tato hodnota je v rozmezí 5 – 6 bar.

Řezání je prováděno v automatickém cyklu, před založením nové tyče je nutné vždy očistit dorazové plochy pilových svěráků a plochy kde zajíždí pilový kotouč. Dále je nutné vyfoukat z obou stran kryt pilového kotouče.

Na válečkovou trať je možno poté uložit jednu očištěnou tyč profilu č. 8557 (orientovaně drážkou směrem dolů – z důvodu prohnutí tyče a následného poškození kotouče).

Po takto připraveném a nastaveném stroji je prováděno řezání polotovaru na rozměr 29,9 – 0,4 mm. Po vyjetí polotovaru z pracovního prostoru stroje je nutné díly (drážku) vyfoukat stlačeným vzduchem a srovnat do připravené mezioperační přepravky.

6 Technicko-ekonomické zhodnocení

6.1 Podrobný rozbor nákladů na jeden kus pro uvedené technologie řezání

V níže uvedených kalkulacích bude spočítána hodnota nákladové položky na výrobu jednoho kusu pro jednotlivé oblasti. Mzdové náklady se řídí dle tarifního stupně, který je stanoven dle vnitropodnikových směrnic firmy Klein & Blažek spol. s r.o. a je zpracován na základě stanovené výkonové normy.

6.2 Původní náklady na řezání na stroji PROFILMA 200 E

Řezat 25,9 -0,4 Tř.5 0,2875 Mzda Kč/kus [12]

Tyč profil č.8557: 87,0 Kč/kg.

Materiálová spotřeba: 0,1636 kg/kus tj. 14,23 Kč/kus.

Mazací olej PROFILMA 68 0,475 Kč/ks

Pilový kotouč (3x přebroušení)

životnost 45000 řezů 0,233 Kč/ks

přeoštění kotouče 500 kč 0,033 Kč/ks

Kalkulována cena kotouče 10500 Kč, cena oleje PROFILMA 68 500 Kč/l – spotřeba 1 l za směnu

Celkové náklady: 15,26 Kč/ks

6.3 Náklady na řezání po změně procesní kapaliny

Řezat 25,9 -0,4 Tř.5 0,2737 Mzda Kč/kus [12]

Tyč profil č.8557: 87,0 Kč/kg.

Materiálová spotřeba: 0,1636 kg/kus tj. 14,23 Kč/kus.

Mazací olej ACCU – LUBE LB 5000 0,32 Kč/ks

Pilový kotouč (3x přebroušení)

životnost 45000 řezů 0,233 Kč/ks

přeastření kotouče 500 Kč 0,033 Kč/ks

Kalkulována cena kotouče 10500 Kč, cena oleje ACCU – LUBE LB 5000 696 Kč/l – spotřeba 0,5 l za směnu

Celkové náklady: 15,09 Kč/ks

6.4 Náklady na řezání po změně procesní kapaliny a řezného nástroje

Řezat 25,9 -0,4 Tř.5 0,2459 Mzda Kč/kus [12]

Tyč profil č.8557: 87,0 Kč/kg.

Materiálová spotřeba: 0,1636 kg/kus tj. 14,23 Kč/kus.

Mazací olej ACCU – LUBE LB 5000 0,32 Kč/ks

Pilový kotouč (3x přebroušení)

životnost 45000 řezů 0,1777 Kč/ks

přeastření kotouče 500 Kč 0,033 Kč/ks

Kalkulována cena kotouče 8000 Kč, cena oleje ACCU – LUBE LB 5000 696 Kč/l – spotřeba 0,5 l za směnu

Celkové náklady: 15,01 Kč/ks

Z předchozí uvedené kalkulace je patrné snížení nákladů na výrobu jednoho kusu polotovaru. Tohoto snížení bylo dosaženo vlivem nárůstu počtu nařezaných kusů za jednu pracovní směnu a hlavně za snížení spotřeby mazacího média.

Z uvedeného údaje je patrné navýšení pořizovacích nákladů na tuto procesní kapalinu. Tento faktor nepřinesl do konečné kalkulace nepříznivý vliv, jelikož spotřeba tohoto produktu klesla na polovinu, oproti původní používané procesní kapalině. Důvodem tohoto jevu bylo úspěšné nastavení mazacího agregátu, který byl dodán výrobcem kapaliny, kde bylo možné na konci přírodních trubiček použití námi zkonstruované mazací trysky.

Náklady na užití nového nástroje jsou také nižší, jelikož se podařilo s novým dodavatelem dohodnout příznivou cenu, která je ovlivněna množstvím odebraných kotoučů a hlavně jde o vytvoření nových servisních podmínek.

Údaj o opotřebení nástroje zůstal též zachován z důvodu preventivní péče, aby nedocházelo k dalšímu zbytečnému poškození pilového kotouče. V budoucnu je možno tento interval upravit dle skutečných výsledků řezání.

Vlivem zlepšení přívodu chladicí kapaliny došlo také k vytvoření lepších podmínek pro udržování řezného nástroje, kde byla zajištěna podstatně lepší kvalita povrchu zubu. Počet přebroušení nástroje zůstal v této fázi také zachován, jelikož při každém strojním přebroušení dochází ke snížení průměru kotouče a tím ke změně obvodové rychlosti, která má podstatný vliv na řezné podmínky. Při ročním množství 700 000 řezaných kusů tedy dochází vlivem zavedení těchto dvou změn v technologii řezání k roční úspoře 175 000,- Kč. Nejde však o konečnou částku úspory, protože vlivem odstranění havárií již nedochází k tak časté totální destrukci řezného nástroje a proto došlo také k úspoře nákladů na pořízení tohoto pilového kotouče. Roční spotřeba pilových kotoučů se tedy rapidně sníží, ale v současné době nelze vyčíslit nákladovou úsporu.

Samozřejmě došlo také ke snížení zatížení ekologie vlivem snížení spotřeby energetické náročnosti, která klesla vlivem snížení proudového zatížení motoru během řezu.

Dále také byla tato oblast ovlivněna snížením množství procesní kapaliny, což má za následek i snížení zbytku této kapaliny na obrobku. Tento faktor může příznivě působit na následných operacích, kde v obráběcím stroji nevznikne velký výskyt hromadění řezného oleje v emulzi. Tím může dojít ke vzniku další úspory, která je způsobena delší životností procesní kapaliny na obráběcím stroji.

7 Závěr

Předmětem této diplomové práce byla optimalizace operace řezání na stroji PROFILMA 200 E. K této optimalizaci bylo přistoupeno z důvodu častého výskytu havárií na tomto stroji, které byly způsobeny nevhodnými řeznými podmínkami. Docházelo zde k zanášení pilového kotouče obráběným materiálem a následně k jeho totální destrukci.

První aplikovanou změnou řezných podmínek byla změna procesní kapaliny. Tímto krokem došlo k výraznému zlepšení v oblasti úspory nákladů na jeden vyrobený kus, což bylo způsobeno převážně rapidním snížením spotřeby této kapaliny.

Snížení spotřeby bylo dosaženo díky zavedení procesní kapaliny s nižším viskozitním stupněm a také za pomoci instalace nového mazacího agregátu. Ten má v současné době možnost lepšího nastavení směsi pro mazání, která se skládá z množství proudícího vzduchu a oleje.

Druhá aplikovaná změna řezných podmínek spočívala ve změně řezného nástroje. V této oblasti byl původní pilový kotouč nahrazen kotoučem o větším průměru s nižším počtem zubů. Zvětšil se tím prostor pro plynulý odvod třísky z řezu a tím došlo ke zlepšení v oblasti zahřívání obráběného materiálu. Došlo tedy k odstranění výskytu zanášení pilového kotouče a tím tedy k prodloužení jeho životnosti. Zároveň se podařilo vhodným výběrovým řízením na dodavatele nového řezného nástroje snížit pořizovací cenu a zajistit servisní služby v oblasti přebrušování používaných pilových kotoučů.

Obě zavedené změny kladně přispěly ke snížení nákladů na výrobu jednoho kusu a také přispěli k odstranění výskytu havárií na této operaci. Dalším pozitivním přínosem je snížení zatížení v oblasti ekologie, kde došlo k výraznému úbytku spotřeby procesní kapaliny a zároveň ke snížení energetické náročnosti vlivem snížení proudového zatížení motoru.

Poděkování

Chtěl bych touto formou poděkovat úseku technologie obrábění firmy Klein & Blažek, s.r.o. za velice kladnou spolupráci při řešení a zpracování tohoto problému.

Bc. Ladislav Krejčí

Seznam použité literatury

Knihy

- [1] DOBROVOLNÝ, B. *Přehled mechanické technologie*. 6. vyd. Praha: Práce - vydavatelstvo ROH, 1954. 565 s. ISBN není uvedeno.

Internetové zdroje

- [2] AZA SERVIS s.r.o.: *Řezání plyn-plazmou* [online]. [cit. 15.5.2011]. Dostupné z: <<http://www.defro.cz/technologie-vyroby-rezani-plyn-plazmou-str-14-1-13-2.html>>.
- [3] FREE INZERCE: *Strojní pila PKM 60* [online]. 2011. [cit. 15.5.2011]. Dostupné z: <<http://stroje.free-inzerce.cz/stroje-na-kov/strojni-pila-pkm-60.html>>.
- [4] KLEIN & BLAŽEK, s.r.o.: *Představení firmy* [online]. 2007. [cit. 10.5.2011]. Dostupné z: <<http://www.kleibl.cz>>.
- [5] LAVAP WATER CUTTING: *Princip dělení vodním proudem* [online]. 2008. [cit. 15.5.2011]. Dostupné z: <<http://www.lavap.cz/?web=princip-deleni-vodnim-proudem>>.
- [6] LAVAP WATER CUTTING: *Výhody dělení materiálů vodním proudem* [online]. 2008. [cit. 15.5.2011]. Dostupné z: <<http://www.lavap.cz/?web=vyhody-deleni-materialu-vodnim-proudem>>.
- [7] PILOUS-TMJ s.r.o.: *ARG 105 Mobil* [online]. 2004. [cit. 15.5.2011]. Dostupné z: <http://www.pilous.cz/manual_kov.htm>.
- [8] PLAZMA CZ s.r.o.: *Plazma technické parametry* [online]. 2010.[cit. 15.5.2011]. Dostupné z: <<http://www.plazmacz.cz/plazma-technicke-parametry>>.
- [9] PVT spol. s r.o.: *Produkty - Modelová řada D* [online]. 2006. [cit. 15.5.2011]. Dostupné z: <http://www.ptv.cz/ptv/jnp/cz/produkty/xyc_stoly/WJxxyy_nZ_D/index.html>.
- [10] ŘASA, J., KEREČANINOVÁ, Z.: MM Průmyslové spektrum: *Nekonvenční metody obrábění – 4. díl* [online]. 15.5.2011]. Dostupné z: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/nekonvencni-metody-obrabeni-4-dil>>.
- [11] WIKIPEDIE: *Řezání vodním paprskem* [online]. 2011.[cit. 15.5.2011]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/řezání_vodním_paprskem>.

Specifické zdroje

- [12] Interní organizační směrnice firmy Klein & Blažek, s.r.o.

Seznam příloh

Příloha A – Bezpečnostní list pro kapalinu ACCU LUBE LB5000

Příloha B – Bezpečnostní list pro kapalinu PROFILMA 68

Příloha A – Bezpečnostní list pro kapalinu ACCU LUBE LB5000

BEZPEČNOSTNÍ LIST dle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 (REACH)	
OBCHODNÍ NÁZEV PRODUKTU:	ACCU-LUBE LB 5000
Datum revize:	03.01.2010
Datum vydání:	04.01.2005/CZ01062006
Datum tisku:	16.4.2010
Počet stran: 7	

1. IDENTIFIKACE LÁTKY/PŘÍPRAVKU A SPOLEČNOSTI/PODNIKU

Obchodní název:	ACCU-LUBE LB 5000
Použití:	mazivo pro použití ve strojírenství (viz. Technický list)
Výrobce:	ACCU-LUBE Manufacturing GmbH Glaitstr. 29 D-75433 Maulbronn-Schmie Telefon: 07043/5612 Fax: 07043/907098
Distributor:	REXIM spol. s r.o. U Pazderek 25, 181 00 Praha 8 Telefon.: 224 312 168
Kontakt:	Ing. Michal Rejňák (michal.rejnak@rexim.cz)
Telefonní číslo pro mimořádné situace:	224 919 293, 224 915 402 (Toxikologické informační středisko Praha)

2. IDENTIFIKACE NEBEZPEČNOSTI

Klasifikace látky nebo přípravku:

ACCU-LUBE LB-5000 není klasifikován jako nebezpečná látka a přípravek.

Rizika pro člověka a životní prostředí:

Neočekává se žádné konkrétní nebezpečí pro člověka či životní prostředí., nepředstavuje žádné zvláštní riziko při dodržení bezpečnostních předpisů platných pro běžné chemické látky.

Ostatní rizika:

3. SLOŽENÍ/INFORMACE O SLOŽKÁCH

Chemická charakteristika přípravku:

mastné alkoholy

Nebezpečné složky:

Popis	Obsah	CAS	ES	Symbol nebezpečnosti	R-věty
-------	-------	-----	----	----------------------	--------

BEZPEČNOSTNÍ LIST dle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 (REACH)	
OBCHODNÍ NÁZEV PRODUKTU:	ACCU-LUBE LB 5000
Datum revize:	03.01.2010
Datum vydání:	04.01.2005/CZ01062006
Datum tisku:	16.4.2010
Počet stran: 7	

4. POKYNY PRO PRVNÍ POMOC

Všeobecné pokyny:

Při nadýchání:

Není nutné.

Při styku s kůží:

Umyjte okamžitě vodou a mýdlem

Při zasažení očí:

Důkladně vypláchněte oči velkým množstvím vody a vyhledejte lékaře

Při požití:

Vypláchněte ústa a vypijte velké množství vody, při přetrvávajících potížích vyhledejte lékaře

Pokyny pro lékaře:

Další údaje:

5. OPATŘENÍ PRO HAŠENÍ POŽÁRU

Vhodná hasiva:

prášek, pěna, CO₂

Nevhodná hasiva:

Voda.

Zvláštní nebezpečí způsobená látkou/přípravkem, produkty hoření nebo vznikajícími plyny:

Nejsou známy.

Speciální ochranné prostředky:

Nejsou nutné.

Další údaje:

6. OPATŘENÍ V PŘÍPADĚ NÁHODNÉHO ÚNIKU

Opatření pro ochranu osob:

Dodržujte všeobecné hygienické předpisy. Zamezte kontaktu s kůží a očima.

Opatření pro ochranu životního prostředí:

Zabezpečit kontejnery proti vytékání, nevylévejte do odpadů, zamezte vniknutí do povrchových a podzemních vod

BEZPEČNOSTNÍ LIST dle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 (REACH)	
OBCHODNÍ NÁZEV PRODUKTU:	ACCU-LUBE LB 5000
Datum revize:	03.01.2010
Datum vydání:	04.01.2005/CZ01062006
Datum tisku:	16.4.2010
Počet stran: 7	

Doporučené metody čištění a zneškodnění:
 absorbce – použijte absorbenty (např. písek)
 čištění – použijte teplý mýdlový roztok

Další údaje:
 Při úniku velkého objemu látky kontaktujte hasiče.

7. ZACHÁZENÍ A SKLADOVÁNÍ

ZACHÁZENÍ

Opatření pro bezpečné zacházení:
 ACCU-LUBE LB-5000 používejte pouze v doporučených aplikačních systémech. Při aplikaci nekuřte, udržujte produkt mimo zdrojů zapálení.

Opatření pro ochranu životního prostředí:
 Zabraňte vniknutí látky do půdy.

SKLADOVÁNÍ

Podmínky pro bezpečné skladování:
 Žádné zvláštní požadavky. Vyhnout se smíšení s jinými mazacími prostředky

Stabilita při skladování:
 Skladovat mezi 10-32°C

8. OMEZOVÁNÍ EXPOZICE/OSOBNÍ OCHRANNÉ PROSTŘEDKY

Expoziční limity:

OMEZOVÁNÍ EXPOZICE, OSOBNÍ OCHRANNÉ PROSTŘEDKY

Komponenty se sledovanými mezními hodnotami na pracovišti
 hodnoty MAK --- ppm mg/m³, vztaženo na
 hodnoty TRK --- ppm --- mg/m³, vztaženo na
 hodnoty TWA --- ppm --- mg/m³, vztaženo na

Ochrana dýchacích orgánů:
 Není třeba.

Ochrana rukou:
 Vhodné ochranné rukavice

Ochrana očí:
 Ochranné brýle s postranními kryty během pracovního procesu

Ochrana kůže:
 Není potřeba. Při práci používejte pracovní plášť.

Všeobecná hygienická a ochranná opatření:

BEZPEČNOSTNÍ LIST dle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 (REACH)	
OBCHODNÍ NÁZEV PRODUKTU:	ACCU-LUBE LB 5000
Datum revize:	03.01.2010
Datum vydání:	04.01.2005/CZ01062006
Datum tisku:	16.4.2010
Počet stran: 7	

Při práci nejezte, nepijte, nekuřte, nešňupejte. Po práci si umyjte ruce. Dodržujte obvyklá preventivní bezpečnostní opatření.

Omezování expozice životního prostředí:

9. FYZIKÁLNÍ A CHEMICKÉ VLASTNOSTI

Skupenství (20 °C): kapalina

Barva: modrá

Zápach: téměř žádný

pH v dodaném stavu: ---

pH ve vodném roztoku: ---

Hustota (15 °C): 845 kg/m³

Bod vzplanutí: > 160 °C

Bod zákalu: ~ 5 °C

Rozpustnost ve vodě: nerozpustný

Kinematická viskozita (40 °C): 18 mm²/s

Další informace:

10. STÁLOST A REAKTIVITA

Podmínky, kterým je třeba zamezit:

Při řádném používání nehrozí žádné nebezpečí.

Materiály, které nelze použít:

Při řádném používání nehrozí žádné nebezpečí.

Nebezpečné produkty rozkladu:

Při řádném používání nehrozí rozklad látky.

Další upozornění:

11. TOXIKOLOGICKÉ INFORMACE

Akutní orální toxicita:

Podráždění pokožky:

Lehké podráždění.

Podráždění očí:

Lehké podráždění.

BEZPEČNOSTNÍ LIST dle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 (REACH)	
OBCHODNÍ NÁZEV PRODUKTU:	ACCU-LUBE LB 5000
Datum revize:	03.01.2010
Datum vydání:	04.01.2005/CZ01062006
Datum tisku:	16.4.2010
Počet stran: 7	

12. EKOLOGICKÉ INFORMACE

Eliminace (degradabilita): **Stupeň eliminace:**
 Biologická: > 60 % (28 d)
 Rozložitelnost: všechny organické složky vykazují v testu rychlou rozložitelnost
 Rychlá rozložitelnost: > 70 % (28 d)

Ekotoxická:
 Ryby: LC50 > 100mg/l
 Bakterie: EC50 > 100mg/l

13. POKYNY PRO ODSTRAŇOVÁNÍ

Odstraňování látky nebo přípravku:
 Likvidujte ve spalovnách nebezpečných odpadů, způsob likvidace se řídí podle místních nařízení a zákonů o odpadech.
 Kód odpadu: 12 01 07

Odstraňování kontaminovaných obalů:
 Kontaminované obaly co možná nejvíce vyprázdněte, po odpovídajícím vyčištění je možné obal znovu použít.

14. INFORMACE PRO PŘEPRUVU

NEBEZPEČNÉ ZBOŽÍ VE SMYSLU
 DOPRAVNÍCH PŘEDPISŮ ANO ☐ NE ☒

POZEMNÍ PŘEPRAVA (GGVSE/RID/ADR)

Pojmenování přepravovaných látek:

Třída	Číslo/písmeno	Nebezpečí č.	UN	PG (obalová skupina)
--------------	----------------------	---------------------	-----------	-----------------------------

Další údaje:

ŽELEZNIČNÍ PŘEPRAVA (RID)

Pojmenování přepravovaných látek:

Třída	Číslo/písmeno	Nebezpečí č.	UN	PG (obalová skupina)
--------------	----------------------	---------------------	-----------	-----------------------------

Další údaje:

PŘEPRAVA PO MOŘI (IMDG)

BEZPEČNOSTNÍ LIST dle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 (REACH)	
OBCHODNÍ NÁZEV PRODUKTU:	ACCU-LUBE LB 5000
Datum revize:	03.01.2010
Datum vydání:	04.01.2005/CZ01062006
Datum tisku:	16.4.2010
Počet stran: 7	

Pojmenování přepravovaných látek:

Třída UN PG (obalová skupina)

Další údaje:

Látka znečišťující moře: ANO ☐ NE ☒

LETECKÁ PŘEPRAVA (ICAO/IATA)

Pojmenování přepravovaných látek:

Třída UN PG (obalová skupina)

Další údaje:

15. INFORMACE O PRÁVNÍCH PŘEDPISECH

OZNAČENÍ NA OBALU PODLE ZÁKONA ANO ☐ NE ☒

INFORMACE UVEDENÉ NA OBALU

Název nebezpečné látky nebo látek přítomných v přípravku:

Symbol(y) nebezpečnosti, klasifikace:

R-věty:

S-věty:

PRÁVNÍ PŘEDPISY:

Nařízení ES č. 1907/2006 (REACH)

NÁRODNÍ PŘEDPISY ČR:

ZÁKON č. 356/2003 Sb. – Zákon o chemických látkách a chemických přípravcích:

Vyhláška č. 231/2004 Sb. – definuje podrobný obsah bezpečnostního listu k nebezpečné chemické látce a chemickému přípravku

Vyhláška č. 460/2005 Sb. – mění vyhlášku č. 231/2004 Sb., kterou se stanoví podrobný obsah bezpečnostního listu k nebezpečné chemické látce a chemickému přípravku

16. DALŠÍ INFORMACE VZTAHUJÍCÍ SE K LÁTCE NEBO PŘÍPRAVKU

BEZPEČNOSTNÍ LIST dle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 (REACH)	
OBCHODNÍ NÁZEV PRODUKTU:	ACCU-LUBE LB 5000
Datum revize:	03.01.2010
Datum vydání:	04.01.2005/CZ01062006
Datum tisku:	16.4.2010
Počet stran: 7	

Plné znění R-vět uvedených v kapitolách 2 a 3:

Změny v bezpečnostním listu:

Obsah bezpečnostního listu byl převzat z anglického originálu dodávaného výrobcem k jednotlivým produktům při dovozu do České Republiky.

Změny v tomto bezpečnostním listě byly vyvolány nařízením ES 1907/2006. Bezpečnostní list bude dále průběžně aktualizován na základě údajů získaných v průběhu zpracování podkladů k registraci.

Uvedené údaje odpovídají současnému stavu vědomostí a zkušeností a jsou v souladu s platnými právními předpisy. Nemohou být považovány za záruku vhodnosti a použitelnosti výrobku pro konkrétní aplikaci. Předložené informace mají popsat náš produkt z hlediska případných bezpečnostních nároků při skladování, zpracování, přepravě a při likvidaci. Tyto údaje nelze převádět na jiné produkty. Pokud se bude produkt, uvedený v tomto bezpečnostním listu, zaměňovat, mísit nebo zpracovávat s jinými materiály, nebo jinak přepracovávat, potom není možné údaje bezpečnostního listu (bez dalších písemných ustanovení) přenášet na takto připravené nové materiály.

Příloha B – Bezpečnostní list pro kapalinu PROFILMA 68

EÚ-list bezpečnostných údajov

List bezpečnostných údajov podľa Gef StoffV, TRGS 220

Obchodný názov: PROFILMA 68

1. Označenie látky / prípravku a firemné označenie

Údaje k výrobku

Obchodný názov: PROFILMA 68

Údaje ohľadom výrobcu / dodávateľa

Firma

PRESSTA-EISELE GmbH

Steigstrasse 46

731 01 Aichelberg

Tel. 0 71 64 / 94 00 - 0

Fax 0 71 64 / 94 00 - 25

2. Zloženie / Údaje ku zložkám

Chemická charakteristika:

Minerálny olej hydrogenovaný pod vysokým tlakom

3. Možné nebezpečenstvá

Odpadá

4. Opatrenia prvej pomoci

Všeobecné upozornenia

Navlhčený odev vymeniť.

Po vdýchnutí

postihnutého dať na čerstvý vzduch.

Po kontakte s pokožkou

Pri kontakte s pokožkou umyť s vodou a mydlom.

Po kontakte s očami

Pri kontakte s očami dôkladne vymyť vodou a konzultovať s lekárom

Po prehltnutí

vymyť ústa. Nevyvolávať zvracanie. Konzultovať s lekárom

5. Opatrenia na zdolanie požiaru

Vhodné hasiace prostriedky

Oxid uhličitý

Hasiaci prášok

Pena

Z bezpečnostných dôvodov nevhodné hasiace prostriedky

Plný prúd vody

Mimoriadne ohrozenia samotným prípravkom, jeho spalnými produktami alebo vznikajúcimi plynmi

Pri požiaru sa môže uvoľňovať: oxid uhoľnatý (CO)

Špeciálne ochranné vybavenie pri boji proti požiaru

Používať samostatný prístroj na ochranu dýchacích ciest

6. Opatrenia pri neúmyselnom uvoľnení

Bezpečnostné opatrenia týkajúce sa osôb

Mimoriadne nebezpečenstvo pošmyknutia v dôsledku vytečeného produktu.

Opatrenia na ochranu životného prostredia

Nedovoliť preniknutiu do podlažia / oblasti pôdy.

Nedovoliť preniknutiu do kanalizácie / povrchovej vody / podzemnej vody.

Postup pri čistení / zachytávaní

Zachytávať pomocou materiálu viažúceho kvapaliny (napr. prostriedok viažúci olej 'OEST DRI'.

Zachytený materiál zlikvidovať podľa predpisov.

7. Manipulácia a skladovanie

Manipulácia

Upozornenie ohľadom bezpečného zaobchádzania

Pri odbornom používaní sa nevyžadujú žiadne mimoriadne ochranné opatrenia.

Upozornenie na ochranu proti požiaru a explózií

Uchovávať vzdialené od zápalných zdrojov.
Požiadavky na skladovacie priestory a nádoby
Určite zabrániť preniknutiu do pôdy.
Nádoby uchovávať pevne uzatvorené.
Ďalšie údaje k podmienkám skladovania

8. Ohraničenie expozície a osobné ochranné vybavenie

Zložky s hraničnými hodnotami, ktoré sa vzťahujú na pracovisko a ktoré je potrebné kontrolovať

žiadne

Osobné ochranné vybavenie

Ochrana dýchacích ciest: pri tvorbe aerosolu a hmloviny

Ochrana rúk: ochranné rukavice (odolné voči oleju)

Ochrana očí: ochranné okuliare, pri nebezpečenstve vstreknutia

Ochranné a hygienické opatrenia:

Uchovávať vzdialené od potravín a nápojov.

Po práci a pred prestávkami starať sa o dôkladné čistenie pokožky.

9. Fyzikálne a chemické vlastnosti

Vzhľad

Skupenstvo: kvapalné

Farba: bez farby

Zápach: bez zápachu

Údaje dôležité pre bezpečnosť

Zmeny stavu

Hustota	(15°C)	0,867	g/cm ³	DIN 51 757
Pourpoint		-9	°C	ISO 3016
Viskozita	(40°C)	71	mm ² /s	DIN 51 562
Rozpustnosť	(20°C)	<0,1	g/l	
vo vode				
Bod vznietenia		230	°C	DIN ISO 2592

10. Stabilita a reaktivnosť

Nebezpečné reakcie

Reakcie so silnými oxidačnými prostriedkami.

Nebezpečné rozkladné produkty

Pri termickom rozklade môžu vznikať rôzne rozkladné produkty, ktorých presné zloženie závisí od podmienok rozkladu.

11. Ekotoxikologické údaje

Produkt sa netestoval.

Podľa našich skúseností sú prípravky tohto druhu toxikologicky bezchybné.

Výpoveď je odvodená z vlastností jednotlivých komponentov.

12. Údaje k ekológii

Produkt je ťažko rozpustný vo vode. Môže sa abiotickými procesmi, napr. mechanickým vylučovaním, vo veľkom rozsahu eliminovať z vody.

Zabrániť prenikaniu do oblasti pôdy, vodstva a kanalizácie.

13. Upozornenia ohľadom likvidácie

Podľa zákona o odpadoch z 27.08.1986

Kľúč pre odpady: 54113 (strojové a turbínové oleje)

podľa ustanovenia Nariadenia o odpadoch z 03.04. 90

14. Údaje ohľadom transportu

Transport po zemi GGVS/GGVE.

Žiadny nebezpečný tovar.